

UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTTOYA

Facultad de Ingeniería y Gestión



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA EN LA
ZONA SUR DEL PERÚ**

Trabajo de Investigación para optar el Grado Académico de Bachiller en Ingeniería
Industrial

LUIS ALFREDO FIGUEROA ORTIZ

EMEL VELASQUEZ MATIENZO

CARLOS VALLADARES MORALES

Asesor

Edwin Ramos García

Lima – Perú

Marzo de 2018

RESUMEN

El presente estudio define la factibilidad de instalación de una planta de generación eléctrica con tecnología fotovoltaica en la zona sur del Perú. La conciencia por el cuidado del medio ambiente generada sobre todo por el fenómeno de calentamiento global ha contribuido a la búsqueda de nuevas formas de generación de energía a través de tecnología relacionada al uso de recursos renovables.

En el Perú, a lo largo de los años ha predominado la generación eléctrica por medio de centrales hidroeléctricas por lo que, hasta ahora, no se ha presentado problemas de escasez de energía y a la vez esto significa que los costos de generación son relativamente bajos en comparación con el uso de otros recursos, al año 2016 la generación hidroeléctrica representa el 45.8% del total de energía generada, seguido del uso de gas natural en centrales térmicas y que representa un 46.3% del total a nivel nacional.

Es a partir del 2008 que el gobierno peruano declara de interés nacional y necesidad pública el uso de recursos energéticos renovables (RER) para la generación eléctrica, asimismo, establece incrementar la participación del uso de RER para la generación eléctrica con el paso de los años.

Al momento de la elaboración del presente estudio se tienen 07 plantas de generación eléctrica con tecnología fotovoltaica en el Perú, 05 en operación y 02 en construcción, producto de las 04 subastas de energía con recursos RER efectuadas por el Ministerio de Energía y Minas y cuya energía esta destinada a ser inyectada Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) para ser distribuido a lo largo del país.

Palabras clave: planta solar, recursos energéticos renovables, generación eléctrica fotovoltaica, subasta de energía, sistema eléctrico interconectado nacional.

ABSTRACT

The present study defines the feasibility of installing an electric generation plant with photovoltaic technology in the south of Peru. Awareness for the care of the environment generated above all by the phenomenon of global warming has contributed to the search for new forms of energy generation through technology related to the use of renewable resources.

In Peru, over the years, electricity generation has predominated through hydroelectric power plants, so that, up to now, there have been no problems of energy shortage and at the same time this means that generation costs are relatively low. compared to the use of other resources, by 2016 hydroelectric generation represents 45.8% of the total energy generated, followed by the use of natural gas in thermal power plants and representing 46.3% of the total nationwide.

It is from 2008 that the Peruvian government declares the use of renewable energy resources (RER) for electricity generation of national interest and public necessity, and also establishes an increase in the use of RER for electricity generation over the years.

At the time of preparation of this study, there are 07 power generation plants with photovoltaic technology in Peru, 05 in operation and 02 under construction, product of the 04 energy auctions with RER resources made by the Ministry of Energy and Mines and whose This energy is destined to be injected National Electrical Interconnected System (SEIN) to be distributed throughout the country.

Keywords: solar plant, renewable energy resources, photovoltaic power generation, energy auction, national interconnected electrical system.

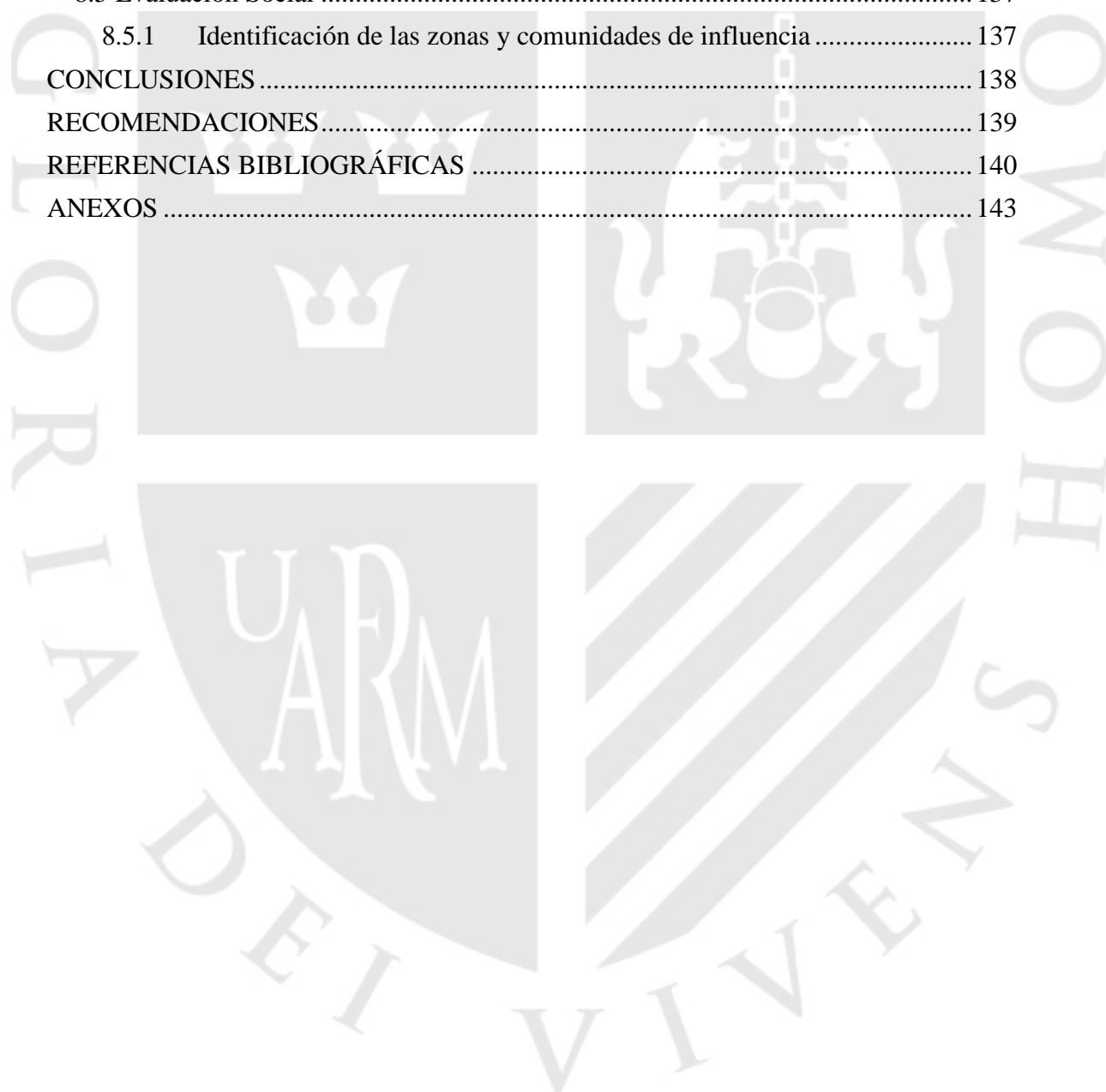
TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	13
CAPÍTULO 1: GENERALIDADES	23
1.1. Análisis del problema	23
1.2. Objetivo general del proyecto.....	34
1.3. Objetivos específicos	34
1.4. Limitaciones de la investigación.....	35
1.5. Justificación del tema.....	36
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	38
2.1. Antecedentes de la investigación.....	38
2.2. Glosario de términos	40
2.3. Marco teórico	41
2.3.1. Energía Fotovoltaica	41
2.3.2. Funcionamiento	41
2.3.3. Aplicaciones.....	42
2.3.4. Subsistema de captación energética.....	43
CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA ECONOMICA DEL SECTOR	47
3.1. Descripción del estado actual de la industria.....	47
3.2. Tendencias de la industria.....	50
3.3. Análisis Estructural del Sector Industrial	52
3.4. Análisis de la Competencia y el Sector Industrial (Fuerzas de Porter).....	53
3.4.1. Poder de Negociación de los Compradores o Clientes	53
3.4.2 Poder de Negociación de los Proveedores o Vendedores	53
3.4.3 Amenaza de los Nuevos Competidores (Entrantes):	53
3.4.4 Amenaza de Productos Sustitutos	55
3.4.5 Rivalidad entre competidores	56

3.5. Análisis del Macroentorno (Análisis PESTEL).....	58
3.5.1 Factor Político.....	58
3.5.2 Factor Económico.....	59
3.5.3 Factor Tecnológico.....	60
3.5.4. Factor Legislativo.....	61
3.5.5. Factor Medio Ambiental.....	61
3.6. Oportunidades y Amenazas.....	63
3.6.1 Oportunidades.....	63
3.6.2 Amenazas.....	63
CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE MERCADO.....	64
4.1 Producto.....	64
4.2. Análisis de la demanda.....	65
4.2.1. Mercado Objetivo.....	65
4.2.2. Perfil del Consumidor.....	66
4.2.3 Demanda Histórica.....	67
4.2.4 Demanda Proyectada.....	69
4.3. Análisis de la oferta.....	71
4.3.1 Análisis de la Competencia.....	71
4.4. Demanda del Proyecto.....	73
4.4.1 Estimación de la demanda insatisfecha del proyecto.....	73
4.5. Comercialización.....	75
4.5.1 Canales de Distribución.....	75
4.5.2 Promoción y Publicidad.....	77
4.5.3 Precios.....	77
CAPÍTULO 5: INGENIERIA DEL PROYECTO.....	79
5.1. Localización.....	79
5.1.1 Macrolocalización.....	79
5.1.2 Microlocalización.....	82
5.2. Proceso productivo.....	84
5.2.1 Descripción del proceso productivo.....	84
5.2.2 Diagrama del Proceso.....	85
5.2.3 Gestión de Inventarios.....	86
5.3. Tamaño de la planta.....	87
5.3.1 Componentes requeridos.....	87
5.3.2 Número de equipos requeridos.....	92
5.3.3 Área requerida.....	95

5.3.4 Layout de Planta	95
5.4. Características físicas.....	96
5.4.1 Infraestructura.....	96
5.4.2 Maquinarias y equipos	98
5.4.3 Mantenimiento	98
5.5. Sistemas de Gestión	99
5.5.1 Sistema de Gestión de Calidad – ISO 9001-2015.....	99
5.5.2 Sistema de Gestión Ambiental – ISO 14001	101
5.5.2 Sistema de Gestión Seguridad y Salud Ocupacional – OHSAS 18001	104
5.6. Cronograma de Implementación del Proyecto.....	106
CAPÍTULO 6: ASPECTOS LEGALES Y ORGANIZACIONALES	107
6.1. Aspecto legal.....	107
6.1.1 Tipo de Sociedad	107
6.1.2 Tributos	107
6.1.3 Normas Legales	108
6.2. Aspecto organizacional.....	109
6.2.1. Diseño de la estructura organizacional	109
6.2.2 Requerimientos del Personal	109
CAPÍTULO 7: PLANIFICACIÓN FINANCIERA.....	122
7.1 Inversión del proyecto	122
7.1.1 Inversión en Activos Fijos Tangibles	124
7.1.3 Inversión en Capital de Trabajo.....	125
7.1.4 Inversión Total.....	125
7.2 Financiamiento.....	125
7.2.1 Estructura de Financiamiento	125
7.2.2 COK y WACC	126
7.3 Presupuestos de ingresos y egresos.....	128
7.3.1 Presupuesto de Ingresos y Egresos	128
7.3.2 Presupuesto de Costos	129
7.3.3 Presupuesto de Gastos	129
7.4 Punto de Equilibrio Operativo	130
7.5 Estados Financieros	131
7.5.1 Estado de Pérdidas y Ganancias	131
7.5.3 Flujo de Caja Económico y Financiero.....	132
CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN DEL PROYECTO.....	133
8.1 Evaluación Económica Financiera.....	133

8.1.1 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)	133
8.3 Análisis de escenarios	133
8.4 Evaluación Ambiental.....	135
8.4.1 Análisis de Aspectos Ambientales.....	135
8.4.2 Cuantificación de los Impactos Ambientales.....	136
8.5 Evaluación Social	137
8.5.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia	137
CONCLUSIONES	138
RECOMENDACIONES.....	139
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	140
ANEXOS	143



ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Análisis del Parque de Generación Eléctrica por países - 2015	14
Gráfico 2 - Evolución del parque de generación eléctrico mundial por tipo de fuente, 1990-2015	15
Gráfico 3 - Capacidad instalada a nivel mundial por tipo de fuente, 1990-2015	16
Gráfico 4 - Capacidad de Generación Renovable y No Renovable, 2001-2015.....	16
Gráfico 5 - Crecimiento anual de capacidad con Energía Renovable, 2000-2015	17
Gráfico 6 - Matriz de energía eléctrica en Latinoamérica y el Caribe, 2015	18
Gráfico 7 - Evolución de la capacidad instalada de generación en Perú, Latinoamérica y el mundo, 1994-2015	18
Gráfico 8 - Total Generación Eléctrica Perú, 2008.....	20
Gráfico 9 - Total Generación Eléctrica Perú, 2016.....	20
Gráfico 10 - Capacidad Instalada en Perú con RER, 2016	21
Gráfico 11 - Capacidad Instalada por país en Latinoamérica con energía solar	22
Gráfico 12 - Energía RER adjudicada en las 4 subastas según tecnología, 2008-2015..	26
Gráfico 13 - Mapa con Proyectos RER convencionales en el Perú	28
Gráfico 14 - Mapa con proyectos RER no convencionales en el Perú	29
Gráfico 15 - Evolución de la producción nacional de electricidad en Perú, 1995-2015	30
Gráfico 16 - Evolución de la producción de electricidad del mercado eléctrico, 1995-2015	31
Gráfico 17 - Producción de electricidad del mercado eléctrico por región, 2015.....	32
Gráfico 18 - Mapa de producción de electricidad por zonas geográficas, 2015	33
Gráfico 19 - Esquema de principio de funcionamiento tecnología fotovoltaica.....	42
Gráfico 20 - Principales aplicaciones con energía fotovoltaica.....	43
Gráfico 21 - Panel de Silicio monocristalino	45
Gráfico 22 - Panel de Silicio policristalino	45
Gráfico 23 - Panel de Silicio Amorfo	46
Gráfico 24 - Evolución de precios de subasta con tecnología solar, 2010-2016	51
Gráfico 25 – Instituciones del Estado con influencia en Generación RER	59
Gráfico 26 - Soporte Legal para generación RER	61
Gráfico 27 - Mercado Objetivo - Instituciones del Estado	65
Gráfico 28 - Esquema de administración de la red eléctrica nacional	66
Gráfico 29 - Evolución del consumo del mercado eléctrico según tipo de cliente, 1995-2015	68
Gráfico 30 - Evolución de la producción de energía con RER (% del total).....	69
Gráfico 31 - Participación de producción solar por empresas, 2016	72
Gráfico 32 - Funciones en la red eléctrica Perú	75
Gráfico 33 - Precios promedio en proyectos adjudicados en las 4 subastas RER en Perú	78
Gráfico 34 - Mapa de energía solar incidente del Perú.....	80
Gráfico 35 - Mapa de potencial fotovoltaico en Perú	81

Gráfico 36 - Ubicación de Subestaciones seleccionadas	83
Gráfico 37 - Diagrama de Proceso	85
Gráfico 38 - Componentes básicos de una Planta Solar	87
Gráfico 39 - Módulo fotovoltaico	88
Gráfico 40 - Inversor	89
Gráfico 41 - Soporte	90
Gráfico 42 - Transformador de Potencia	90
Gráfico 43 - Estación de monitoreo/control	91
Gráfico 44 - Diagrama de proceso con equipos requeridos	94
Gráfico 45 - Layout de Planta	96
Gráfico 46 - Mitigación acumulada de las emisiones de CO ₂ -e según tecnología RER, 2008-2015	135
Gráfico 47 - Valorización de las emisiones CO ₂ -e por los proyectos RER a valores 2015	136

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1 - Requerimiento de energía por subastas.....	24
Cuadro 2 - Evolución de precios máximos por subasta (UD\$/MWh)	25
Cuadro 3 - Proyectos con contratos adjudicados en las subastas RER.....	25
Cuadro 4 - Características técnicas y económicas de los proyectos RER adjudicados ..	27
Cuadro 5 - Producción de electricidad por regiones, 2005-2015.....	33
Cuadro 6 - Resumen Fuerzas de Porter.....	57
Cuadro 7 - PBI por sectores - Perú	60
Cuadro 8 - Resumen Análisis PESTEL	62
Cuadro 9 - Requerimiento de Energía, Cuatro Subastas MEM	69
Cuadro 10 - Proyectos con contratos adjudicados en las subastas RER.....	69
Cuadro 11 - Producción Solar por empresas, 2016.....	72
Cuadro 12 - Inventario de Procesos	86
Cuadro 13 - Resumen Equipos requeridos.....	95
Cuadro 14 - Característica física módulo fotovoltaico	97
Cuadro 15 - Características físicas Inversor	97
Cuadro 16 - Características físicas Transformador 1	97
Cuadro 17 - Características físicas transformador 2	98
Cuadro 18 - Registros Obligatorios Norma ISO 9001-2015.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Plantas Solares en Perú (En operación).....	49
Tabla 2 - Plantas Solares en Perú.....	71
Tabla 3 - Capacidad Máxima de Generación No Convencional en el SEIN, 2018	74
Tabla 4 - Capacidad Máxima de Inyección con RER por subestaciones	82
Tabla 5 - Subestaciones seleccionadas 138Kv.....	83
Tabla 6 - Inversión Activos fijos tangibles	124
Tabla 7 - Resumen Activos Fijos.....	124
Tabla 8 - Inversión en Capital de Trabajo	125
Tabla 9 - Inversión Total	125
Tabla 10 - Inversión Total	125
Tabla 11 – Datos para cálculo de COK y WACC	126
Tabla 12 - Cálculo de COK y WACC	127
Tabla 13 - Presupuesto de Ingresos y Egresos.....	128
Tabla 14 - Mano de Obra directa	129
Tabla 15 - Beneficios Sociales.....	129
Tabla 16 - Suministro TI.....	129
Tabla 17 - Mano de Obra administrativa	130
Tabla 18 - Estado de Ganancias y Pérdidas	131
Tabla 19 - Flujo de caja Económico y Financiero	132
Tabla 20 - TIR y VAN	133
Tabla 21 - Análisis de escenarios.....	133



INTRODUCCIÓN

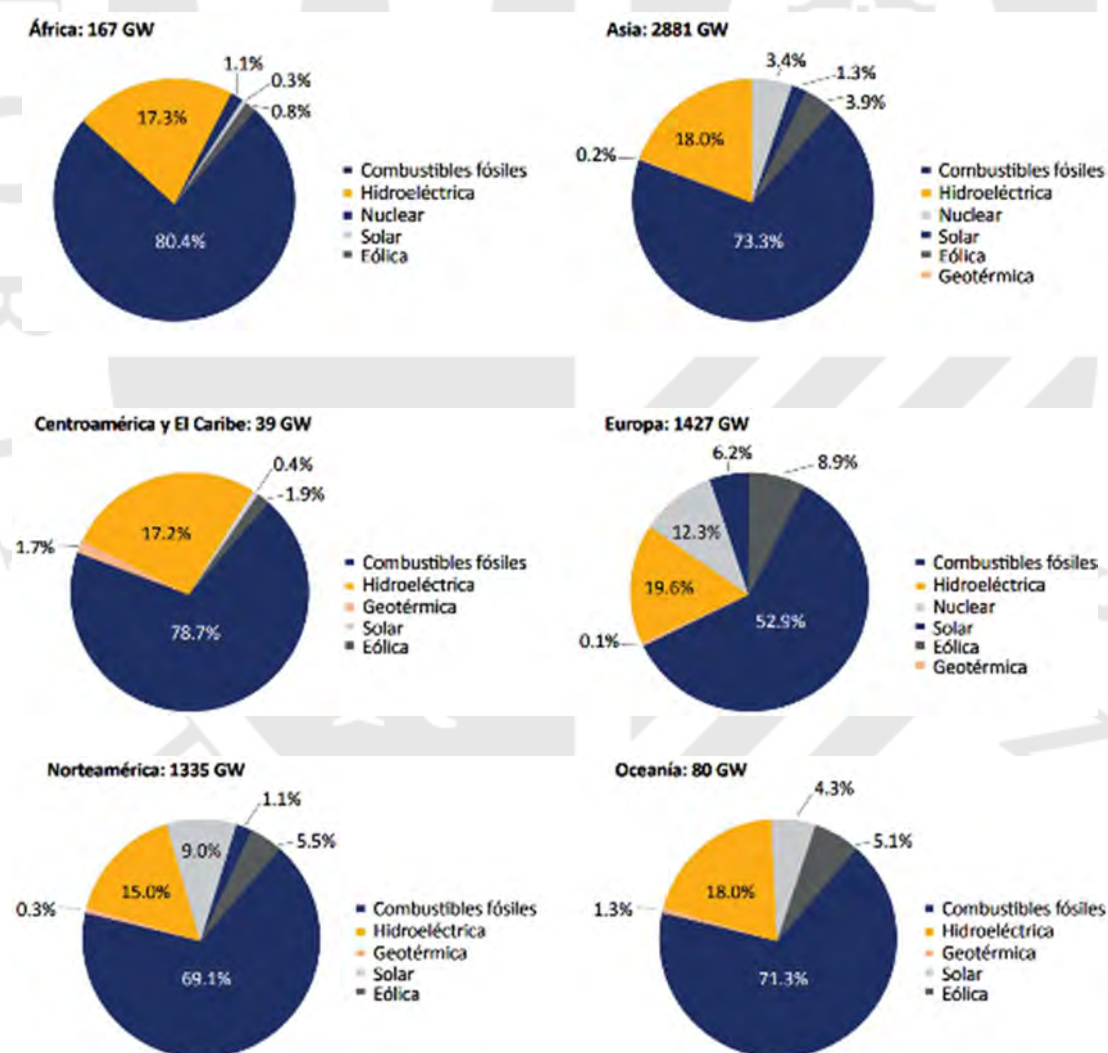
La situación del mundo nos obliga a buscar nuevas alternativas para poder abastecer el consumo de energía del planeta, de la misma manera, crece la conciencia de cuidado del medio ambiente con el uso de energías renovables con respecto a los combustibles fósiles.

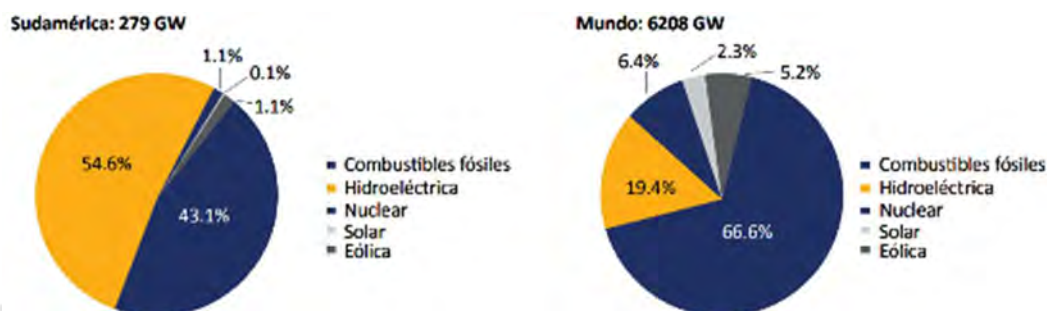
Para producir energía eléctrica se dispone de diversos tipos de tecnología ya sean renovables (Eólico, Solar, Hidroeléctrico, Biomasa, Etc) o no renovables (Combustibles fósiles y nucleares), la combinación de estas tecnologías comprende el parque de generación eléctrica. Tradicionalmente, las tecnologías con los menores costos de generación han prevalecido a lo largo de los años, estas en su mayoría comprenden a las no renovables y están asociadas a contaminación y deterioro del medio ambiente. De la misma manera, otro factor importante a considerar en el análisis del parque de generación eléctrica es la disponibilidad de recursos o insumos para la generación de electricidad. En el **Gráfico 1** se aprecia que, a nivel mundial, en 2015, las dos terceras partes de la capacidad instalada estaba conformada por centrales que empleaban combustibles fósiles, mientras que la participación de las hidroeléctricas era alrededor de 19%, 6.4% para las centrales nucleares y 7.8% para centrales solares y eólicas. Asimismo, se puede ver que en casi todos los continentes la matriz de generación ha estado principalmente compuesta por centrales que producen electricidad a partir del uso de combustibles fósiles. La excepción es Sudamérica, donde la capacidad de generación hidroeléctrica tiene una

participación superior a 54%, mientras que las centrales basadas en combustibles fósiles representan 43%, por lo que es la región que tiene el parque de generación más limpio del mundo. (Fuente: La Industria de la energía renovable en Perú – GPAE OSINERGMIN 2017)

- **GPAE:** Gerencia de Política y Análisis Económico
- **OSINERGMIN:** Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería.

Gráfico 1 - Análisis del Parque de Generación Eléctrica por países - 2015



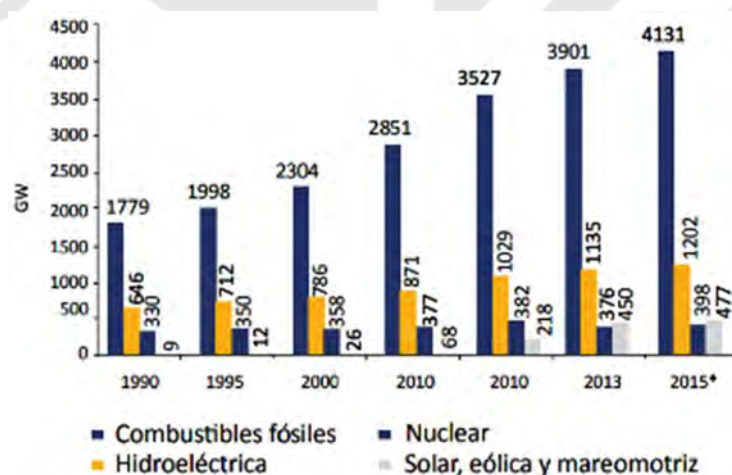


* Los datos de capacidad instalada de todos los continentes son estimados en base a información de la ONU.

Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

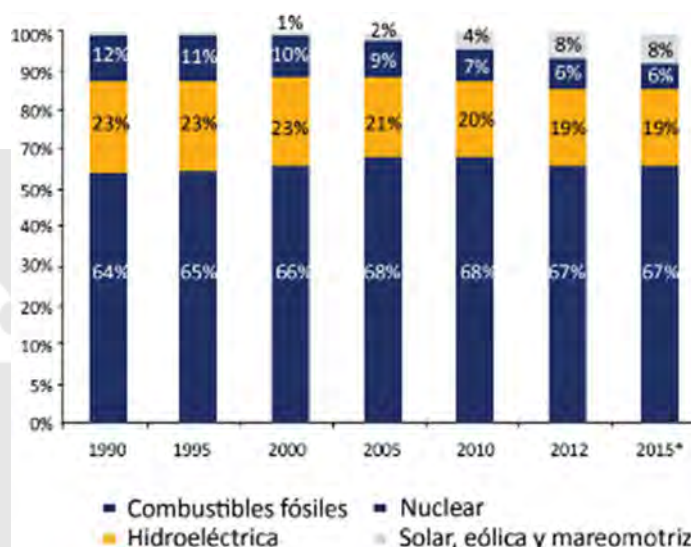
Al analizar la evolución del parque de generación eléctrica a nivel mundial desde la década de los noventa, tenemos que recién a partir del año 2005 se tuvo un despegue del uso de energías renovables para generación eléctrica (**Ver Gráfico 2**). Asimismo, en cuanto al análisis de porcentajes totales por tipo de fuente se tiene que la participación de las centrales que emplean combustibles fósiles se incrementó de 64% en 1990 a 67% en 2015, mientras que la de las centrales hidroeléctricas y nucleares se ha reducido 4 y 6 puntos porcentuales, respectivamente. Por el contrario, debido a los compromisos asumidos en el Protocolo de Kyoto referentes a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a partir del año 2000 se instalaron diversas centrales solares y eólicas hasta alcanzar una participación de 8% de la capacidad instalada en 2015. (**Ver gráfico 3**)

Gráfico 2 - Evolución del parque de generación eléctrico mundial por tipo de fuente, 1990-2015



Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

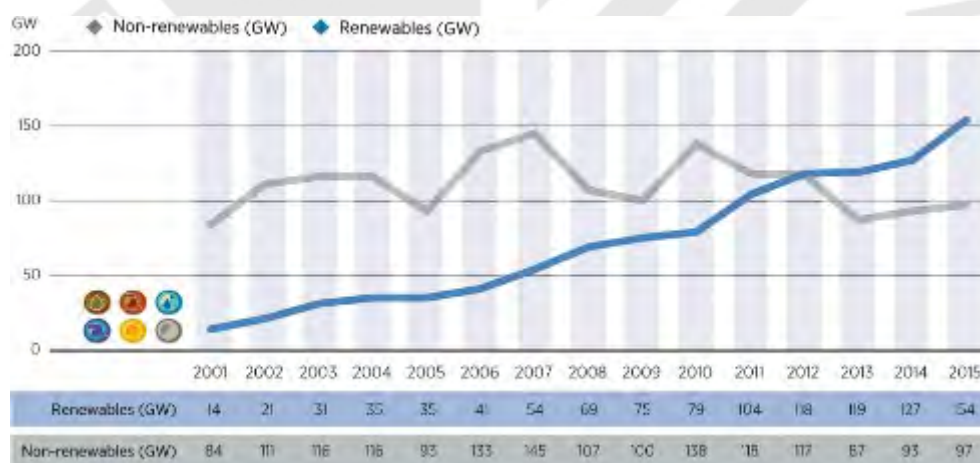
Gráfico 3 - Capacidad instalada a nivel mundial por tipo de fuente, 1990-2015



Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

El año 2012 significó un cambio importante, la capacidad de generación con recursos energéticos renovables superó a la capacidad de generación con recursos no renovables a nivel mundial para proyectos de expansión de redes. Asimismo, se muestra que para el año 2015 la capacidad de generación representó el 61% del total de fuentes. (Ver Gráfico 4)

Gráfico 4 - Capacidad de Generación Renovable y No Renovable, 2001-2015

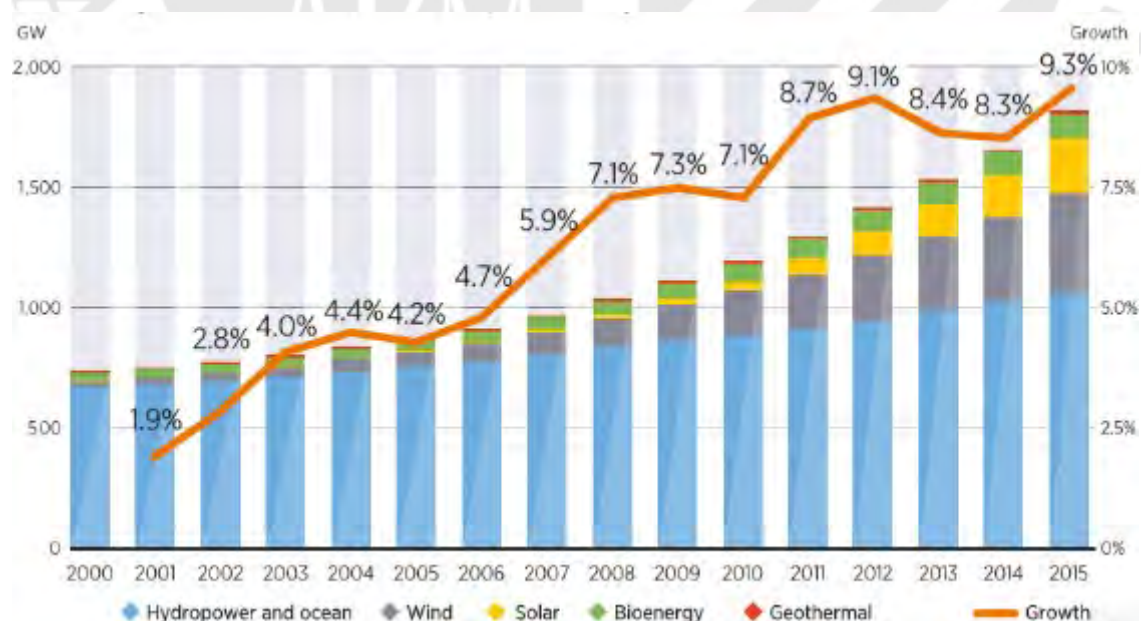


Fuente: IRENA – Rethinking Energy 2017. (IRENA: International Renewable Energy Agency)

Los países desarrollados son los que lideran en la búsqueda de tecnologías para el uso y desarrollo de fuentes de energía renovable para disminuir la dependencia de combustibles fósiles, y a la vez cumplir con los acuerdos internacionales para reducir emisiones de gases del efecto invernadero. Durante años de cambios en políticas referidas al cuidado del planeta y el rápido crecimiento en tecnología, el uso de **RER** (Recursos Energéticos Renovables) se ha convertido en una opción a bajo costo y de rápida implementación para la generación de energía eléctrica, por lo que gobiernos a nivel mundial están replanteando sus estrategias en el sector energético y optando por alternativas de energía renovable. Como resultado se tiene un crecimiento sin precedentes de energías renovables con respecto a fuentes no renovables en la última década, producto de acuerdos internacionales, crecimiento de inversiones con RER, la caída de precios de generación de con RER y la innovación de tecnología.

El uso de energías renovables (Eólica, Solar, Geotérmica, Mareomotriz, Biomasa, hidroeléctrica) ha tenido un crecimiento importante a nivel mundial en la última década, el año 2015 tuvo su mayor crecimiento, particularmente en generación de electricidad, este crecimiento de 9.3% con respecto al año 2014 se dio en general por el desarrollo de proyectos eólicos, solares fotovoltaicos e hidroeléctricos. (**Ver Gráfico 5**)

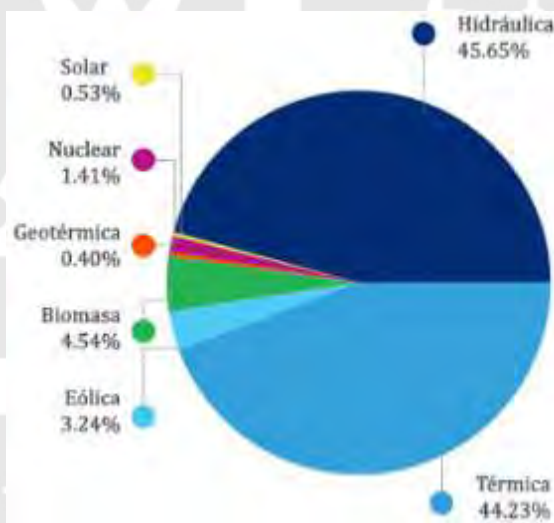
Gráfico 5 - Crecimiento anual de capacidad con Energía Renovable, 2000-2015



Fuente: IRENA – Rethinking Energy 2017

Con respecto a Latinoamérica, debido a las grandes cualidades para generación por medio de Hidroeléctricas y su bajo costo, la generación eléctrica con fuentes RER como Eólica, Fotovoltaica, Biomasa aún se mantiene en bajo porcentaje de participación sobre el total del parque de generación eléctrica de la región con un promedio de 8.7% al año 2015. (Ver Gráfico 6), y un promedio de 402 GW de producción con RER (Gráfico 7).

Gráfico 6 - Matriz de energía eléctrica en Latinoamérica y el Caribe, 2015



Fuente: enerLAC - Revista de energía de Latino América y el Caribe 2017 – OLADE

- **OLADE:** Organización Latinoamericana de Energía
- **RER:** Recurso Energético Renovable

Gráfico 7 - Evolución de la capacidad instalada de generación en Perú, Latinoamérica y el mundo, 1994-2015



Fuente: “La Industria de la Electricidad en el Perú, 2016, GPAE-OSINERGMIN.

Este estudio tiene por objetivo realizar un estudio de prefactibilidad de una planta de generación eléctrica con tecnología fotovoltaica, de manera que, bajo las condiciones de la zona sur del Perú (Arequipa – Moquegua – Tacna) se pueda ofrecer un precio competitivo en MegaWatt/Hora bajo las condiciones de las licitaciones públicas del estado peruano para alimentar al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y tener una rentabilidad atractiva para el inversionista.

Sobre la energía solar, las celdas fotovoltaicas, también llamados paneles solares, son dispositivos fabricados industrialmente, capaces de convertir la energía luminosa solar en electricidad, a partir de este concepto estamos seguros de que las soluciones y sistemas basados en esta tecnología pueden mejorar drásticamente la calidad de vida de miles de personas que aún no tienen acceso a servicio eléctrico doméstico, y a la vez aportar al cuidado del medio ambiente con el uso de una energía limpia de contaminantes, renovable y de menor costo.

Las celdas fotovoltaicas fueron inventadas en el año 1954 y hoy en día son una de las tecnologías de energía renovable con mayor crecimiento, asimismo, está en condiciones de tener un rol estratégico, junto a la energía eólica, para la generación de energía eléctrica renovable en el futuro. Un sistema de generación de energía eléctrica mediante el uso de celdas fotovoltaicas.

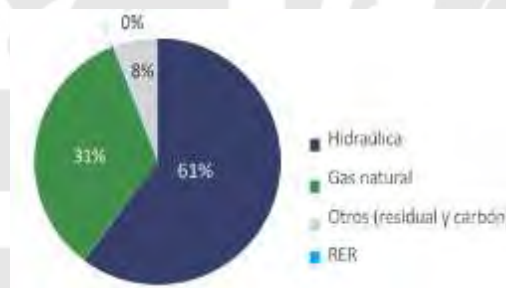
El costo de fabricación de los paneles solares ha caído drásticamente en la última década, haciéndolos no solo más asequibles sino también la alternativa más económica para generación de electricidad en la zona sur del país que cuenta con las mejores condiciones de irradiancia solar en kWh/m², entre 6.0 y 6.5 de irradiancia en promedio en los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna. **(Fuente: Atlas de Energía Solar del Perú – Ministerio de Energía y Minas, 2003)**

Se considera una planta solar fotovoltaica porque se ha identificado ciertas características que ofrecen un proyecto viable para con el Perú, entre las cuales tenemos:

- Excelentes condiciones de Irradiación.
- Instalaciones menos complejas de poner en marcha con respecto a otras tecnologías.
- Caída de precios en tecnología fotovoltaica.
- Tecnología en crecimiento en el país.

En el Perú el desarrollo de los proyectos de generación con RER se inició en 2008, con la emisión del marco normativo necesario, el principal, el **Decreto Legislativo DL 1002-2008** que declara de interés nacional y necesidad pública el desarrollo de generación de energía eléctrica mediante RER y establece que cada 5 años el Ministerio de Energía y Minas (MEM) debe definir el porcentaje objetivo en que debe participar la electricidad a partir de RER sin considerar centrales hidroeléctricas. Antes del año 2008 no había participación de RER en la generación eléctrica peruana, para el año 2016 con una producción total de 48 326 GWh, se tiene un porcentaje de 4.8% con respecto al total generado. (Ver Gráficos 8 y 9)

Gráfico 8 - Total Generación Eléctrica Perú, 2008



Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

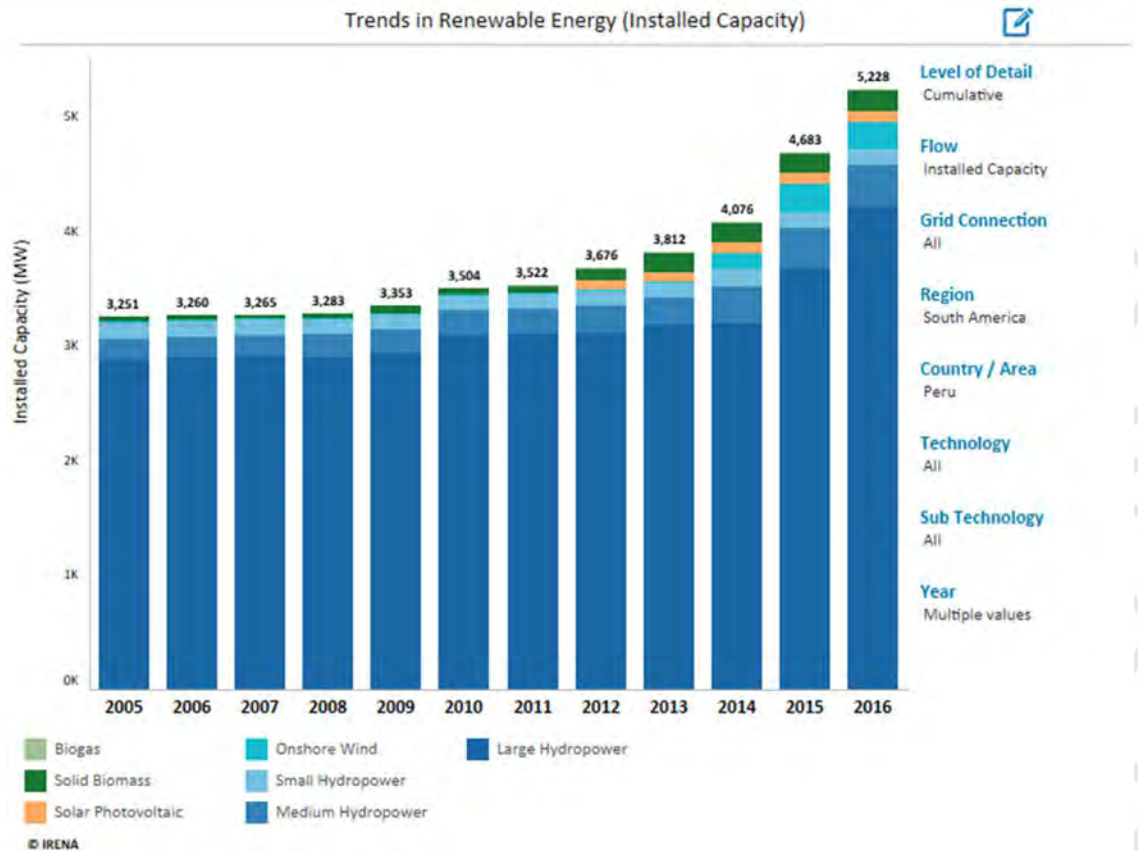
Gráfico 9 - Total Generación Eléctrica Perú, 2016



Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

En el Perú al año 2016 se tiene una capacidad Instalada de 96 MW de potencia en plantas de Energía Solar fotovoltaica, dicha capacidad se ha mantenido desde el año 2013. (Ver Gráfico 10)

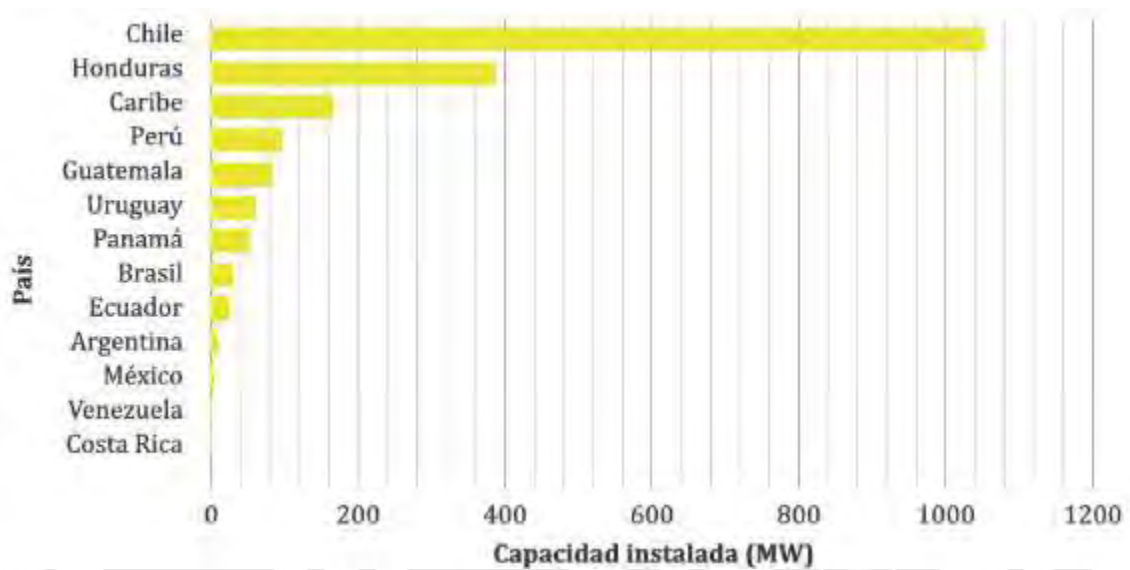
Gráfico 10 - Capacidad Instalada en Perú con RER, 2016



Fuente: IRENA 2018

En nuestro país ya existen algunas plantas solares de capacidad media. Pero se están desarrollando proyectos de gran envergadura como el de Enel Green Power Perú (EGPP), filial de la italiana Enel, quien ganó el año pasado proceso de licitación para planta de energía renovable. La planta tendrá una capacidad de 180 megavatios y se ubicará en la región Moquegua, invirtiendo cerca de 170 millones de dólares. A pesar de las grandes condiciones y normativa legal existente aun esta tecnología en Perú está en crecimiento y se tiene mucho potencial por desarrollar con respecto a otros países de la región. (Ver Gráfico 11)

Gráfico 11 - Capacidad Instalada por país en Latinoamérica con energía solar



Fuente: enerLAC - Revista de energía de Latino América y el Caribe 2017 – OLADE

El factor económico es el más determinante a la hora de dar el visto bueno al proyecto de inversión de una planta solar, ya que para lograr la adjudicación se necesita proponer el precio de venta de electricidad más bajo según las condiciones del Ministerio de Energía y Minas considerando las condiciones geográficas, climáticas, costo de equipos y mantener el servicio bajo la supervisión de OSINERGMIN por 15 o 20 años según la licitación, todo esto es importante para el inversionista para recuperar y amortizar la inversión realizada.

Este estudio de factibilidad pretende entregar información detallada de alto valor, con resultados exactos y los criterios tomados en consideración para los resultados expuestos al final de este documento.

CAPÍTULO 1: GENERALIDADES

1.1. Análisis del problema

Aunque Perú ha sido una de las economías con mejores resultados en todo el mundo durante la última década, su sector de la energía, con respecto a energías renovables es aún muy pequeño si consideramos las excelentes que cuentan algunas regiones para el desarrollo de plantas de generación eléctrica con Recursos Energéticos Renovables.

Para el año 2016, del total de energía eléctrica generada en Perú, se tenía que, el 4.8% del total de energía producida proviene del uso de RER y solo el 0.5% del total corresponde al uso de tecnología solar. (**Fuente:** La industria de la energía renovable en el Perú, 10 años de contribución a la mitigación del cambio climático, 2017 – OSINERGMIN)

La importancia de acceder a los servicios energéticos se asocia al mejoramiento de las condiciones de educación, salud, seguridad, comunicación y actividades productivas, por ello, el Acceso Universal a la Energía se considera una condición mínima para el desarrollo humano y un pilar importante en la lucha contra la pobreza. Perú, en el marco de la Asamblea General de las Naciones Unidas, tiene el compromiso de “garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos”. En ese sentido, la meta del país es favorecer el acceso energético al último 5% de la población. Los problemas de acceso a la energía en el país se concentran en las áreas rurales debido a que son de difícil acceso, lo cual a su vez genera problemas

de sostenibilidad técnica y financiera. En este contexto, las energías renovables se presentan como una opción económicamente competitiva y técnicamente fiable para favorecer el acceso a la energía por las siguientes razones: reducen la dependencia energética, son fuente autóctona y promueven el desarrollo local (**Fuente:** Acceso Universal a la Energía y Tecnologías Renovables, 2016 – CIES)

CIES: Consorcio de Investigación Económica y Social - Perú

Desde la emisión del marco regulatorio para la promoción de la electricidad con RER (2008), se han llevado a cabo cuatro procesos de subasta RER para el SEIN y uno para áreas no conectadas a la red (RER Off-Grid). La primera subasta tuvo dos convocatorias con requerimientos de energía diferentes. En el cuadro se muestran las condiciones por tecnología en cada subasta. (**Ver Cuadro 1**)

Cuadro 1 - Requerimiento de energía por subastas

GWh/año						
Subasta		Biomasa	Biogás	Eólica	Solar	Mini Hidro
1ra. Subasta	1ra. Conv.	406	407	320	181	0
	2da. Conv.	419	-	-	8	0
2da. Subasta		593	235	429	43	681
3ra. Subasta		320	-	-	-	1300
4ta. Subasta		250	62	573	415	450

Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

Para la primera subasta, los requerimientos en el caso de las pequeñas hidroeléctricas fueron dados en potencia; sin embargo, para fines comparativos del presente documento se realizó una equivalencia entre la energía y la potencia, asumiendo un factor de planta de 70%. Los precios máximos fijados por Osinergmin para cada tipo de tecnología también han mostrado variaciones importantes en las subastas, tal y como se muestra en el cuadro.

A partir de la segunda subasta, los precios base en la mayoría de las tecnologías no han sido revelados debido al cambio en el criterio establecido en las bases (**Ver Cuadro 2**). La idea fue prevenir las consecuencias que se derivan de las expectativas y especulación generadas por los participantes, tal como ocurrió en la segunda convocatoria

de la primera subasta, en la cual los participantes ajustaron sus ofertas a los precios máximos revelados en la primera, comprobándose la existencia de pérdida de eficiencia en el diseño de la subasta. Por ello, para evitar este tipo de conductas, se optó a partir de la segunda subasta por revelar los precios base, únicamente en caso resulte desierta y al menos una oferta haya sido descartada por superar el precio máximo.

Cuadro 2 - Evolución de precios máximos por subasta (UD\$/MWh)

Subasta		Biomasa	Biogás	Eólica	Solar	Mini Hidro
1ra. Subasta	1ra. Conv.	120	120	110	269	74
	2da. Conv.	55	-	-	211	64
2da. Subasta		65	No revelado	No revelado	No revelado	No revelado
3ra. Subasta		-	-	-	-	No revelado
4ta. Subasta		158	183	66	88	60

Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

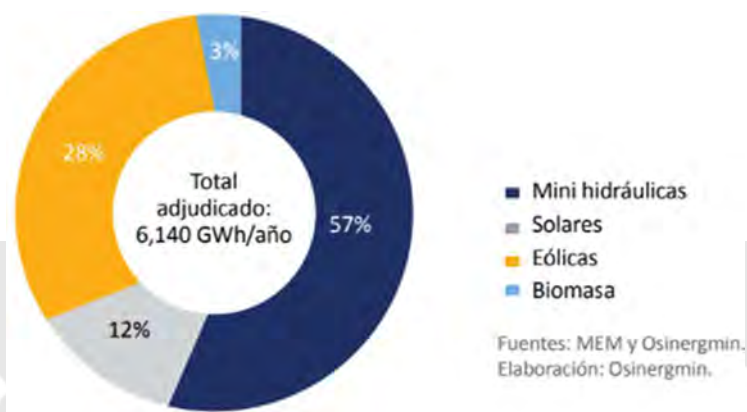
Mediante las subastas se adjudicaron contratos a proyectos que deben ingresar a operación comercial dentro de un plazo de tiempo establecido como fecha máxima (usualmente tres años a futuro). En total, durante las cuatro subastas RER realizadas se han adjudicado 64 proyectos equivalentes a 1274 MW (**Ver Cuadro 3**). La inversión estimada de las primeras tres alcanza US\$ 1957 millones, habiéndose puesto en servicio la mayoría de las plantas adjudicadas. La simplicidad del proceso de las subastas RER ha permitido obtener muy buenos resultados económicos.

Cuadro 3 - Proyectos con contratos adjudicados en las subastas RER

Tecnología	Total proyectos	Capacidad MW	Inversión MM US\$*
Pequeñas Hidro	45	566.1	963
Biogás	4	10.4	16.1
Eólica	7	394	567.2
Solar	7	280.5	379.3
Biomasa	1	23	31
Total	64	1274	1956.6

Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

Gráfico 12 - Energía RER adjudicada en las 4 subastas según tecnología, 2008-2015



Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-Osinergmin.

En la cuarta subasta, convocada en setiembre de 2015 y adjudicada en febrero de 2016, se adjudicaron 13 proyectos de generación eléctrica (dos con biogás, tres con tecnología eólica, dos con tecnología solar y seis pequeñas hidroeléctricas). Estos aportarán 1740 GWh de energía al año al SEIN. En la subasta se logró adjudicar 99% de la energía requerida. Actualmente, como resultado de las subastas RER realizadas, Perú tiene en operación comercial en el SEIN, 28 centrales RER que incluyen 16 centrales hidráulicas, una central de biogás (Huaycoloro de 5 MW), cinco centrales solares (96 MW), cuatro parques eólicos (239 MW) y dos plantas de biomasa (26 MW). Además, se tiene otras dos centrales RER que no perciben ingresos por la prima RER: la Central de Biomasa Maple Etanol y la Central Hidroeléctrica Pías. **(Ver Cuadro 4)**

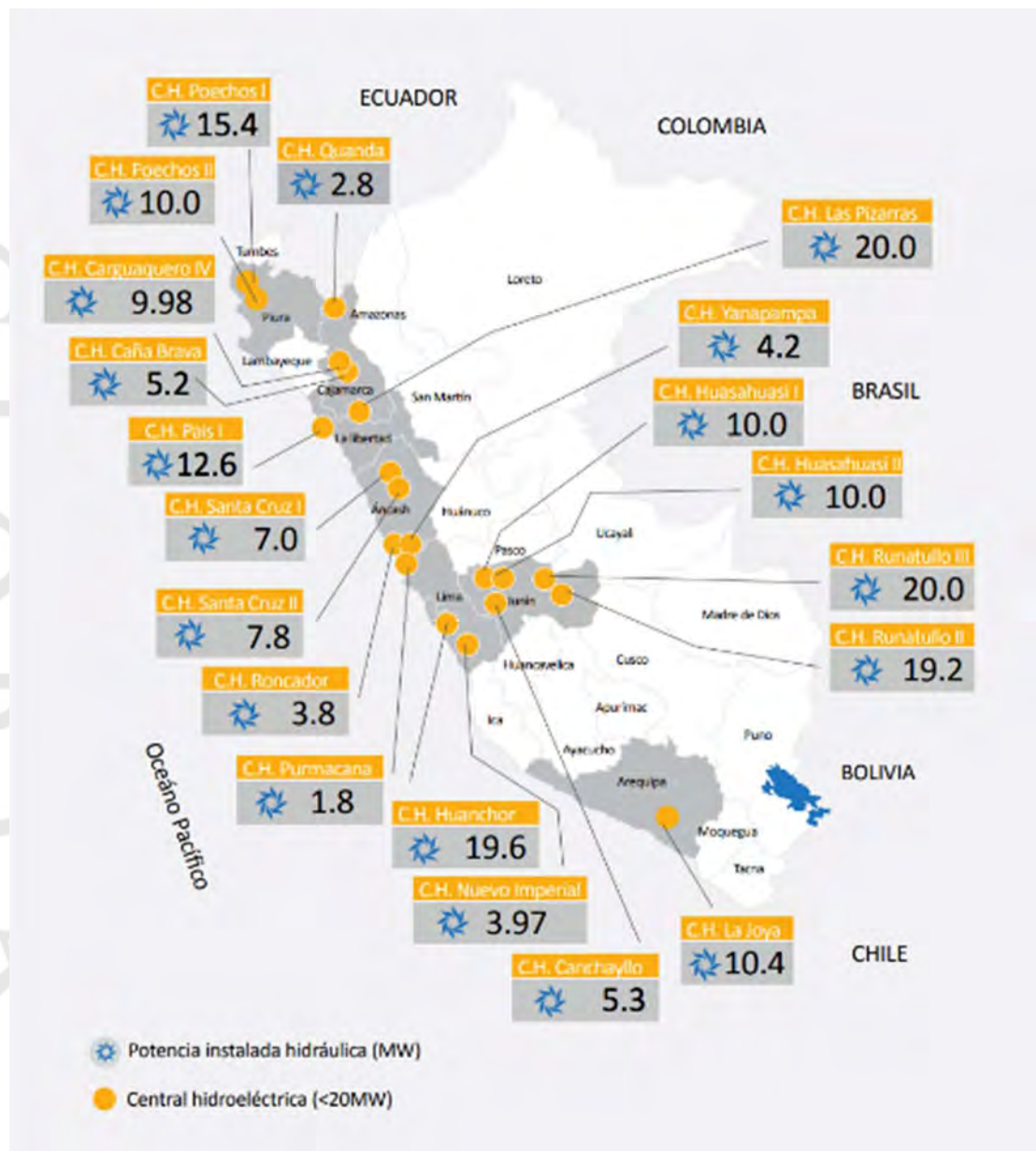
Cuadro 4 - Características técnicas y económicas de los proyectos RER adjudicados

Tecnología	Proyecto	Potencia central (MW)	Precio monómico (USD/MWh)	Fecha de la subasta	Inversión estimada (MM US\$)
Biomasa	Paranonga	25.0	52.00	2009	31.0
	Huaycoloro	4.4	116.00	2009	10.5
Biogás	La Gringa IV	2.0	99.90	2011	5.6
	El Collao	2.0	77.00	2016	-
	Huaycoloro II	2.0	77.00	2016	-
	Manosha	32.0	65.50	2009	43.6
Eólica	Cupisnique	80.0	85.00	2009	242.4
	Talara	30.0	87.00	2009	101.7
	Tres Hermanas	90.0	69.00	2011	180.0
	Parque Nazca	126.0	37.83	2016	-
	Huambos	18.0	36.84	2016	-
	Duna	18.0	37.49	2016	-
	Panamencana	20.0	215.00	2009	94.6
Solar	Majes	20.0	222.50	2009	73.6
	Repartición	20.0	225.00	2009	78.5
	Tecna	20.0	223.00	2009	9.6
	Moquegua	16.0	119.90	2011	43.0
	Rubí	144.5	47.98	2016	-
	Intipampa	40.0	48.50	2016	-
Pequeñas Hidro	17 plantas	179.7	~60.00	2009	285.1
	7 plantas	102.0	~53.60	2011	227.6
	15 plantas	204.7	~56.50	2013	450.3
	6 plantas	79.7	~43.8	2016	-
Total	64	1273.96			1956.6

Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

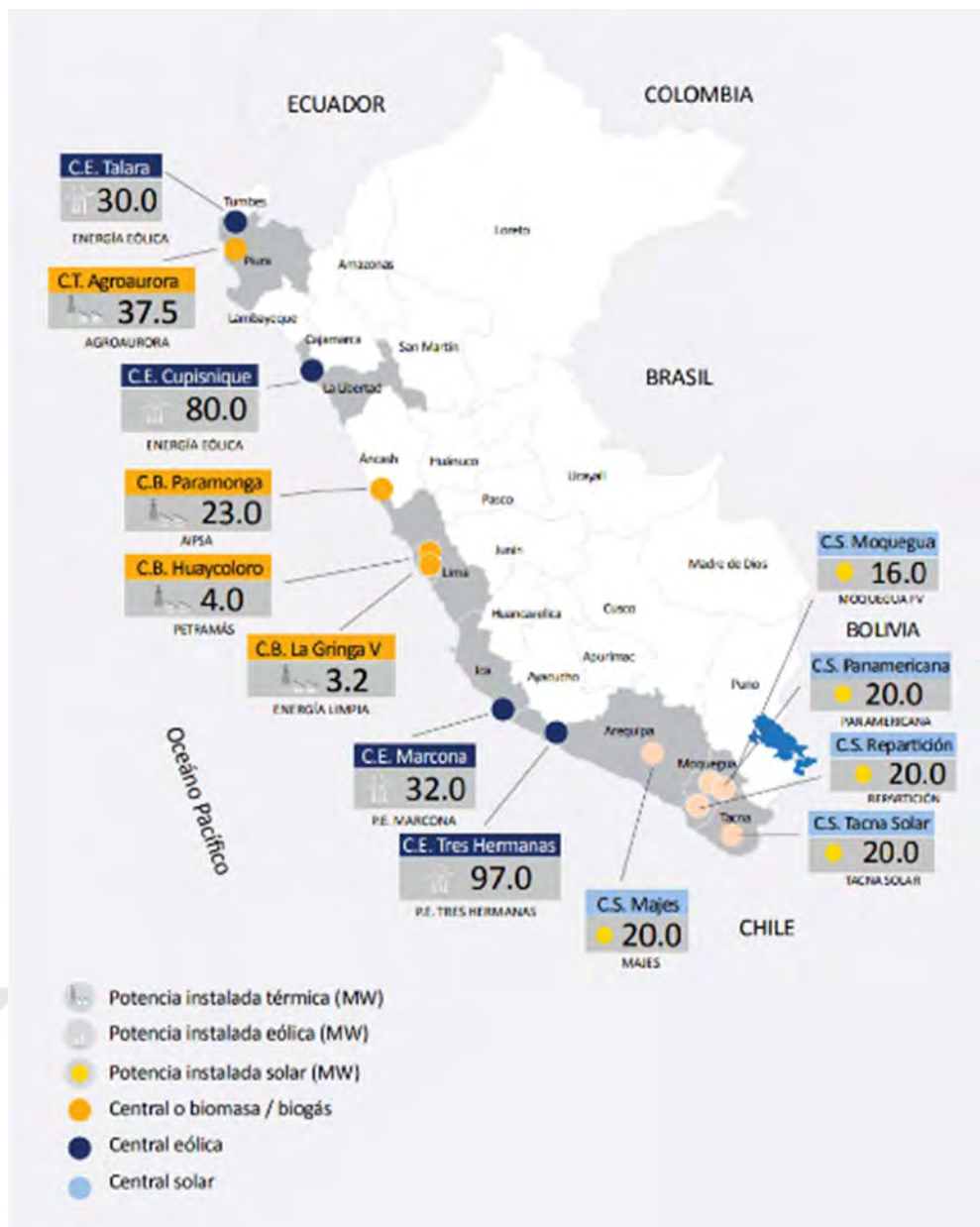
Como resultados de las subastas RER efectuadas por el Ministerio de Energía y Minas, el Perú tiene en operación 32 centrales de RER conectadas al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), que incluyen 20 centrales hidráulicas, las cuales son identificadas como convencionales y se caracterizan por tener una capacidad menor a 20 MW. (**Ver Gráfico 13**), dos centrales de biogás, cinco centrales solares, 4 parques eólicos y una planta de biomasa (**Ver Gráfico 14**).

Gráfico 13 - Mapa con Proyectos RER convencionales en el Perú



Fuente: "La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

Gráfico 14 - Mapa con proyectos RER no convencionales en el Perú



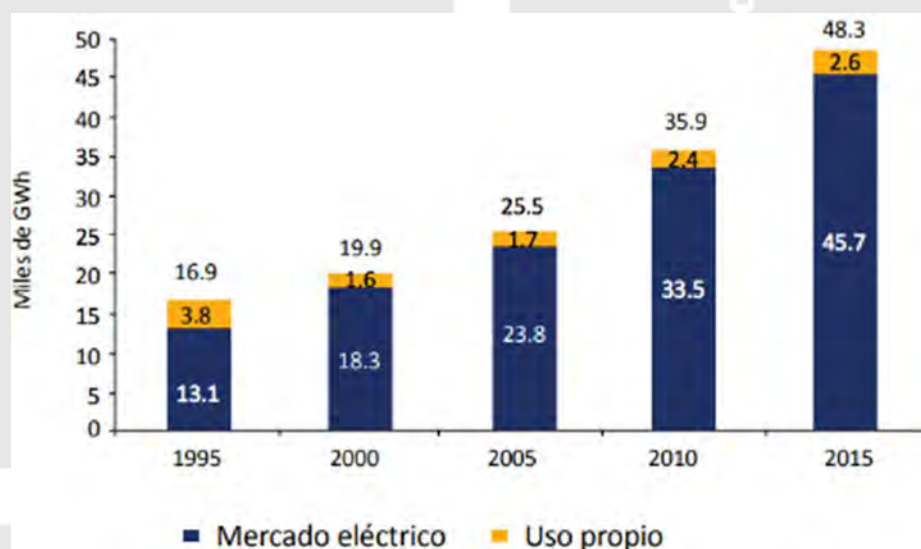
Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

La demanda de electricidad, tanto de los consumidores residenciales como industriales, se ha incrementado considerablemente. Así, se ha requerido mayores montos de inversión e incremento del número de centrales de generación que permitan aumentar la producción de energía eléctrica para poder atender la creciente demanda de electricidad.

La producción nacional de electricidad ha aumentado sostenidamente en los últimos 20 años (**Ver Gráfico 15**). En 2015, fue 48 278 GWh, y representó un aumento acumulado de 186% con respecto a 1995 (16 880 GWh) y una tasa de crecimiento

promedio anual de 5.4%. Según el tipo de servicio, la producción del mercado eléctrico (SEIN y SS.AA.) ha subido 249%, al pasar de 13 106 GWh en 1995 a 45 711 GWh en 2015, mientras que la producción de uso propio se redujo 32% en el mismo periodo al pasar de 3774 GWh en 1995 a 2559 GWh en 2015.

Gráfico 15 - Evolución de la producción nacional de electricidad en Perú, 1995-2015



Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

Del total de la producción del mercado eléctrico, aquella realizada por el SEIN se ha mantenido por encima de 95%, mientras que la producción de los sistemas aislados se ha reducido desde 5% (0.7 miles de GWh) en 1995 a alrededor de 1% (0.6 miles de GWh) en 2015 (**Ver Gráfico 16**).

Gráfico 16 - Evolución de la producción de electricidad del mercado eléctrico, 1995-2015



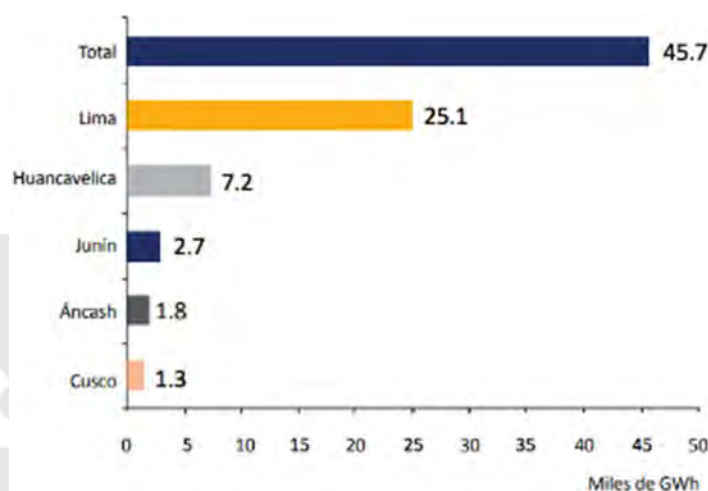
Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

Según el tipo de tecnología utilizada, a 2015, para el mercado eléctrico la producción en base a tecnología hidráulica representó 50.6% del total; mientras que aquella en base a centrales térmicas, 47.6%; y la producción en base a energías renovables, 1.8% del total.

Para el mercado eléctrico, a nivel de regiones, en 2015 la producción de electricidad en Lima fue 25 107 GWh, representando 54.9% del total. Asimismo, Huancavelica representó 15.7% (7171 GWh), Junín 6% (2743 GWh), Áncash 4% (1838 GWh) y Cusco 2.8% (1268 GWh), como se puede apreciar en el siguiente gráfico.

La participación de Lima y Huancavelica en la producción se debe a la existencia de varias centrales térmicas a gas natural (**Ver Gráfico 17**), en el caso de Lima, y a la presencia del Complejo Hidroeléctrico del Mantaro, en el caso de Huancavelica. Asimismo, se resalta que cuatro de las cinco regiones que tienen mayor producción de electricidad se encuentran en el centro del país.

Gráfico 17 - Producción de electricidad del mercado eléctrico por región, 2015



Nota. El mercado eléctrico comprende el SEIN y los SS.AA.

Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

Según grandes áreas geográficas, para 2015, las regiones del centro del país concentraron 82% de la producción de energía eléctrica, sobre todo debido a la producción de las centrales térmicas instaladas al sur de Lima y a la producción del Complejo Hidroeléctrico del Mantaro. El sur concentró 10% de la producción total, la zona norte del país 6% y las regiones del oriente solo representaron 2% de la producción. En los últimos 10 años, en 2005, la participación de la zona centro en la producción nacional era 70%, el sur 17%, el norte 7% y el oriente 7%, mientras que para 2010, la participación de la zona centro había aumentado 8 puntos porcentuales y en las otras zonas se había reducido. Para 2015, la tendencia se mantuvo, ya que la participación de la zona centro se incrementó 5 puntos porcentuales y se redujo en las zonas sur y norte del país como se aprecia en el mapa y el cuadro siguientes (**Ver Gráfico 18 y Cuadro 5**).

Gráfico 18 - Mapa de producción de electricidad por zonas geográficas, 2015



Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

Cuadro 5 - Producción de electricidad por regiones, 2005-2015

Zona	2005		2010		2015	
	Miles de GWh	%	Miles de GWh	%	Miles de GWh	%
Norte	1.6	7	2.2	7	2.7	6
Centro	16.6	69	26.2	78	37.8	82
Sur	4.0	7	4.1	12	4.5	10
Oriente	1.6	17	1.1	3	0.8	2
Total	23.8	100	33.5	100	45.7	100

Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

Con estos hallazgos, podemos establecer que existe un nicho empresarial latente en el Perú, en donde si explotamos la generación de energía solar, se puede abastecer y reemplazar el servicio de energía convencional, brindando no solo un servicio más barato sino también cuidando el medio ambiente. Con ello se podría lograr participar como proveedor del estado por medio de una planta RER solar

1.2. Objetivo general del proyecto

- Elaborar un estudio de Factibilidad para una planta de generación eléctrica con tecnología fotovoltaica, para proveer al estado (SEIN) energía eléctrica renovable como parte de la política de estado de brindar preferencia y promoción a la generación de energía con recursos renovables.

1.3. Objetivos específicos

- Estudiar todos los factores asociados a la construcción de una planta solar tales como condiciones climatológicas, características geográficas, características de equipos y recursos humanos, teniendo en cuenta un estimado de operación de 15 – 20 años.
- Diseñar una planta de 20 MW de capacidad para participar en la subasta de energía con RER prevista para el año 2018.
- Estudiar la localización de la planta teniendo en cuenta características de la zona sur del Perú y que aseguren obtener una rentabilidad mayor al 10% anual.

1.4. Limitaciones de la investigación

A pesar que proyectos relacionados a generación eléctrica con recursos renovables han aumentado de manera significativa a nivel mundial y en nuestra región, tal como se ha mostrado en el capítulo anterior, en nuestro país solo 6 plantas de generación con tecnología solar están en operación, mencionamos lo anterior porque la información relacionada a los estudios de factibilidad y puesta en marcha de plantas solares bajo las condiciones geográficas, tecnológicas y ambientales del Perú es por ahora muy incipiente, por lo que la mayor referencia para esta investigación es tomada de estudios realizados en países en los cuales se tienen proyectos de gran envergadura con casos y lecciones que aprender para nuestro interés.

A comparación de Chile (país que nos sirve de referencia debido a que es a nivel de Sudamérica una potencia por los avances y proyectos en marcha relacionados a tecnología solar) los proyectos de plantas solares se encuentran en todo su territorio, en el Perú los 7 proyectos en marcha se ubican en la zona sur del país gracias a las excelentes condiciones geográficas y ambientales para el uso de paneles fotovoltaicos por lo tanto los estudios hasta hora realizados están enfocados en esta zona del país y no se tiene estudio alguno con otras zonas (Norte y Centro) que también cuentan con condiciones básicas para llevar a cabo un proyecto de planta solar.

Este estudio se limita a realizar un análisis en la zona sur del país, ya que consideramos, de tratarse en otra zona ya sea sierra o selva, las condiciones para el desarrollo de una planta cambian de manera drástica, siendo la más importante la cantidad de radiación recibida según sea la zona geográfica.

1.5. Justificación del tema

Con este estudio de prefactibilidad se pretende reunir la mayor cantidad de información disponible para el diseño y puesta en marcha de una planta de generación de electricidad con tecnología fotovoltaica en la zona sur del Perú (Arequipa, Moquegua y Tacna) y de esta manera ser proveedores de energía para el Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

Se realiza este estudio con la finalidad de proveer información actual y real con respecto a todos los factores a tomar en cuenta para el diseño e implementación de una planta de generación eléctrica con tecnología solar, como ya hemos expresado el uso de recursos renovables para generación de electricidad aún está en pleno crecimiento en el Perú, por lo que hasta ahora (2018) de los 7 proyectos fotovoltaicos adjudicados por el estado peruano, 5 se encuentran en operación y 2 de ellos en etapa de construcción, por lo tanto la información reunida y analizada en el presente estudio va a servir como referencia para inversionistas interesados en participar en este tipo de proyectos.

Este documento sirve como referencia para inversionistas interesados en ser proveedores del estado con contratos a mediano plazo con una renta mensual, asimismo, se busca aumentar la capacidad del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) en beneficio de los inversionistas, el estado con el aumento de capacidad de la matriz eléctrica y los usuarios finales con la reducción a mediano plazo de las tarifas eléctricas, sin dejar de mencionar el cumplimiento de acuerdos internacionales por parte del estado peruano.

Para el presente estudio se ha reunido información real y actual de instituciones y organizaciones internacionales y nacionales, teniendo como principales a nivel local al Ministerio de Energía y Minas (MEM) como el principal involucrado en cuanto a subastas de energía, El Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) como la institución encargada de proveer las condiciones para el suministro de energía eléctrica y el Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES SINAC) como el encargado de administrar la red interconectada nacional de electricidad, Asimismo se presenta estadística a nivel mundial y latinoamericano de instituciones líderes en temas de energía y recursos renovables tales como International Renewable Energy Agency (IRENA), International Energy Agency (IEA), Banco Mundial (BM), Organización Latinoamericana de Energía (OLADE),

Renewable Energy Network for The 21st Century REN21) entre otras organizaciones, que brindan información importante para poder realizar un análisis y poder comparar las condiciones del Perú con respecto a otras regiones y países con mayor experiencia en el rubro.



CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1. Antecedentes de la investigación

Medalit Chumbes Alarcón, Manuel Cieza Paredes, Luis Chávez Vargas y Gisella Palacios Perez (2017) en su tesis titulada: **Plan de Negocios para la Generación de Energía Renovable – Tecnología Solar**. Tuvieron como objetivo general: Lograr que el proyecto sea atractivo en términos de rentabilidad para los inversionistas del mercado durante los 20 años del contrato de concesión y a su vez contribuir en la sostenibilidad y mejora de medioambiente mediante el uso de energías renovables. Para ello utilizaron distintas fuentes de investigación, desarrollando el análisis de Porter, una matriz Canvas y un modelo de negocio de 2 o varios lados. Como resultado: El proyecto arroja una rentabilidad del 16.6% para el accionista a un precio de USD 48.5 por MWh y una rentabilidad de 10.7% para el accionista a un precio de USD 45 por MWh, siendo este el rango de acción para la oferta inicial. Como conclusión, se tiene que las inversiones en energías renovables se presentan como una oportunidad interesante para inversionistas locales y extranjeros, debido a lo siguiente: a. Apoyo por parte del estado en las inversiones en energías renovables dada la necesidad del cambio de matriz energética, a través de un marco normativo desarrollado para tal fin.

Laura Carolina de Fátima Vásquez Chigne y Bibi Malú Zúñiga Anticona (2015) en su tesis titulada: **Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa**. Tuvieron como

objetivo general: satisfacer la demanda del campamento mediante el uso de energía solar, con la finalidad de lograr un ahorro económico con respecto al gasto mensual por KWH consumido, además de contribuir con los impactos causados al medio ambiente y diversificar la matriz energética de la minera. Se realizó la planificación del proyecto mediante la correcta selección de los componentes necesarios para su ejecución, asimismo se identifican las actividades que se deben realizar, los recursos y materiales a utilizar, con el fin de hallar el costo total del proyecto y el plazo de tiempo en el que se estima se lleve a cabo. Como resultado: Durante el desarrollo del proyecto se determinó que era rentable económicamente implementar la parte solar térmica, cubriendo el 82% del consumo total del campamento, sin embargo, cubrir el 18% restante con paneles fotovoltaicos no resulta rentable económicamente para este caso, debido a los altos costos de esta tecnología, así como al bajo costo de la energía hidroeléctrica con lo cual se estaría compitiendo.^[1] Como conclusión: Se constata que la implementación de energía solar térmica en la minera Caudalosa tiene como resultado grandes beneficios, los cuales pueden optimizarse de acuerdo a la gestión, precios y aparición de nuevas tecnologías.

^[1]
[SEP]

Delfor Flavio Muñoz Anticono (2005) en su tesis titulada: “Aplicación de la energía solar para electrificación rural en zonas marginales del país”. Tuvo como objetivo: Dar a conocer la conveniencia y viabilidad del uso de la energía solar mediante los sistemas fotovoltaicos para solucionar la falta de energía eléctrica de las comunidades rurales que se encuentran apartadas del sistema interconectado nacional, con el propósito fundamental de promover la elaboración de proyectos destinados a atender las necesidades eléctricas básicas de los poblados marginales, con el uso de los sistemas solares fotovoltaicos. Como resultado: Se determinó que la utilización de la energía solar mediante sistemas fotovoltaicos tiene un gran futuro como un tipo de energía alternativa. Además, con el avance de la tecnología se disminuirá el costo por panel, así como su instalación, dando así una mayor accesibilidad para familias de sectores rurales.^[1] Como conclusión, se obtuvo que la sostenibilidad del proyecto solo podrá garantizarse si a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto contamos con un plan de desarrollo comunitario, el cual permitirá que las comunidades beneficiarias se identifiquen con el proyecto, tomando conciencia de su responsabilidad e importancia para el éxito de este.

2.2. Glosario de términos

- **Energía solar fotovoltaica:** corresponde a la energía eléctrica producida por medio de paneles solares. Ésta es creada por la transformación de la energía en forma de radiación solar, fotones, que hacen que se excite el material del panel solar y se produzca electricidad (APPA, 2016).
- **Panel solar:** es el elemento principal que compone la planta de autogeneración solar fotovoltaica. Este panel es un elemento construido como un “sándwich” de materiales, entre ellos comúnmente el silicio, que al estar en contacto con la radiación solar produce energía eléctrica (Yingli Solar, 2016).
- **kW:** es la unidad con que se mide la potencia eléctrica en el mercado. Es también la base para explicar la cantidad de energía consumida en kWh. Un kW equivale a 1000 vatios. Un vatio es la potencia eléctrica producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (Wikipedia, 2016).
- **kWh:** es la unidad que se usa para facturar la cantidad de energía eléctrica consumida por los usuarios. Para esta investigación se define una capacidad de generación de 1.000.000 de kWh por año. Esta magnitud es tomada como una propuesta metodológica que permitirá escalar los resultados como múltiplos de este valor para futuras proyecciones y que está en el límite máximo de potencia de la autogeneración a pequeña escala, el cual es de 1000 kWh o 1 MW (UPME, 2015b).
- **kWp:** es la unidad de medida de potencia con la cual se nombra la capacidad de un sistema de generación solar fotovoltaica. Se denomina potencia pico y corresponde a la máxima potencia que genera un panel solar en las horas de máxima insolación, en promedio 1000 w/m² (energía incidente por metro cuadrado) y a 25 °C de temperatura ambiente.

- **Mercado regulado:** el mercado regulado corresponde casi a la mayoría de los consumidores, incluyendo residencias, comercio, e industria. En este mercado, entidades como la CREG son los que fijan las tarifas, y corresponde a todos los usuarios que consumen menos de 55 MWh (Acolgen, 2016).
- **Mercado no regulado:** corresponde a los usuarios que consumen más de 55 MWh. Con este consumo, los usuarios pueden acceder directamente a las empresas comercializadoras de energía y negociar el valor de esta o comprar la energía en Bolsa (Acolgen, 2016).

2.3. Marco teórico

2.3.1. Energía Fotovoltaica

Es la energía eléctrica obtenida de la transformación de la energía solar mediante las células solares, que forman parte esencial de los sistemas fotovoltaicos que posibilitan el uso de esta energía eléctrica en distintas aplicaciones. Frente a las energías convencionales, la energía solar fotovoltaica presenta la característica de ser una fuente ilimitada de energía, por tratarse de energía renovable. Se caracteriza además por su carácter "ubicuo", pudiendo ser aprovechada en cualquier parte de la superficie del planeta (aunque, obviamente, no con la misma intensidad en todos los lugares ni en todo momento).

Actualmente los sistemas fotovoltaicos se perfilan como la solución adecuada para la generación de energía con RER debido a la caída de los precios para su implementación. Pero además del factor económico, debemos tener en cuenta otros, como el bajo impacto ambiental, la disponibilidad inagotable de la energía solar, etc., que hacen que una instalación solar autónoma represente una gran ventaja frente a otras formas de producción de electricidad.

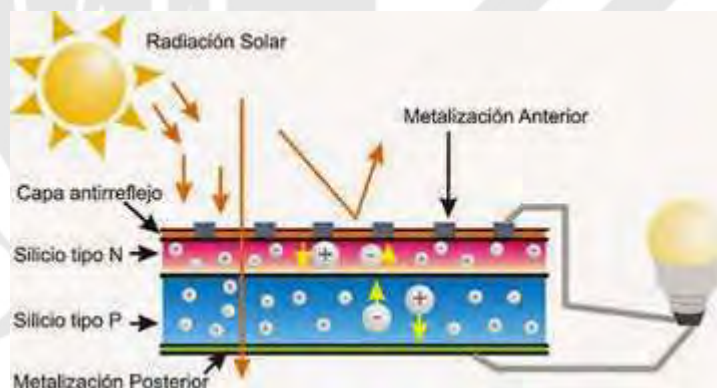
2.3.2. Funcionamiento

Las aplicaciones de la energía solar fotovoltaica están tienen como factor principal al efecto fotovoltaico, dicho efecto se manifiesta al incidir la radiación solar sobre las celdas fotovoltaicas que están compuestas por materiales semiconductores. Los fotones

que integran la radiación solar chocan con los electrones de los materiales semiconductores, de manera que estos electrones rompen su enlace que anteriormente los tenía ligado a un átomo. Por cada enlace que se rompe queda un electrón y un hueco (falta de electrón en un enlace roto) cuyo movimiento en sentidos opuestos (conseguido con la aplicación de un campo eléctrico) genera una corriente eléctrica en el semiconductor la cual puede circular por un circuito externo. El campo eléctrico necesario al que hacíamos referencia anteriormente se consigue con la unión de dos semiconductores a los que artificialmente se han dotado de concentraciones diferentes de electrones (mediante la adición de las sustancias dopantes, como pueden ser el fósforo, que le da una característica negativa y el boro, que le da una característica positiva). Se forma de esta manera un semiconductor tipo P (exceso de huecos) y otro tipo N (exceso de electrones), que al unirlos crea el campo eléctrico (**Ver Gráfico 19**).

De esta forma, cuando sobre la célula solar fotovoltaica incide la radiación solar, aparece en ella una tensión que mediante la colocación de contactos metálicos en cada una de las caras puede “extraerse” la energía eléctrica, que es utilizada en distintas aplicaciones.

Gráfico 19 - Esquema de principio de funcionamiento tecnología fotovoltaica



Fuente: “La Industria de la Energía renovable en el Perú, 2017, GPAE-OSINERGMIN.

2.3.3. Aplicaciones

La energía solar fotovoltaica en su mayoría se usa para la generación eléctrica en el lugar de la demanda, cubriendo pequeños consumos y en lugares aislados en los que no puede acceder la red de distribución eléctrica, además como ya se ha mostrado, el uso de esta tecnología tiene un gran crecimiento en cuanto plantas de generación

eléctrica.^{[1][2]} Las principales aplicaciones de este tipo de tecnología se muestran en el siguiente esquema. (Ver Gráfico 20)

Gráfico 20 - Principales aplicaciones con energía fotovoltaica



Fuente: Elaboración propia.

2.3.4. Subsistema de captación energética

Está constituido por paneles solares fotovoltaicos que producen energía eléctrica debido a que captan la radiación luminosa procedente del sol a través de las celdas de silicio y la transforman en corriente continua a baja tensión (12 ó 24 V). Este proceso funciona también cuando hay nubes livianas, pero con menos rendimiento. Un panel solar está constituido por varias células solares iguales conectadas eléctricamente entre sí, en serie o en paralelo de forma que la tensión y la corriente suministrada por el panel se incrementa hasta ajustarse al valor deseado. La mayor parte de los paneles solares se construyen asociando primero células en serie hasta conseguir el nivel de tensión deseado y luego asociando en paralelo varias asociaciones serie para alcanzar el nivel de corriente deseado.

A parte de las células que convierten la energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica, un panel solar cuenta con otros elementos que hacen posible la adecuada protección del conjunto, asegurando una rigidez suficiente, posibilitando la sujeción a las estructuras que lo soportan y permitiendo la conexión eléctrica.

Estos elementos son:

- Cubierta exterior de vidrio que debe facilitar al máximo la transmisión de la radiación solar. Se caracteriza por su resistencia, alta transmisividad y bajo contenido en hierro. [L]
[SEP]
- Encapsulante, de silicona o más frecuentemente EVA (etilen-vinil-acetato). Es especialmente importante que tenga un índice de refracción similar al del vidrio protector para no alterar las condiciones de la radiación incidente. [L]
[SEP]
- Protección posterior que igualmente debe dar una gran protección frente a los agentes atmosféricos. Usualmente se emplean láminas formadas por distintas capas de materiales, de diferentes características. [L]
[SEP]
- Marco metálico de aluminio, que asegura una suficiente rigidez y estanqueidad al conjunto, incorporando los elementos de sujeción a la estructura exterior del panel.
- Cableado y bornas de conexión, protegidos de la intemperie por medio de cajas estancas. [L]
[SEP]
- Diodo de protección contra sobre cargas u otras alteraciones de las condiciones de funcionamiento de panel. [L]
[SEP]

Los paneles solares están conformados internamente por celdas enseriadas fabricadas en Silicio, entre los cuales destacan:

a. Silicio Monocristalino

Estas celdas están formadas por un sólo tipo de cristal que se obtienen a partir de barras cilíndricas de silicio monocristalino producidas en hornos especiales. Las celdas se obtienen por cortado de las barras en forma de obleas cuadradas delgadas (0,4-0,5 mm de espesor) y son bastante caras.

Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad es superior al 12%. El principal inconveniente es que presenta un elevado costo.

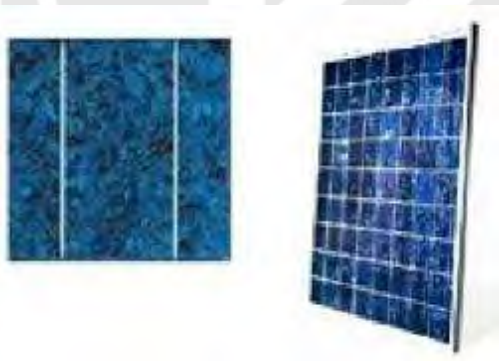
Gráfico 21 - Panel de Silicio monocristalino



b. Silicio Policristalino

Estas celdas se obtienen a partir de bloques de silicio puro en moldes especiales. En los moldes, el silicio se enfría lentamente, solidificándose. En este proceso, los átomos no se organizan en un único cristal, formándose una estructura policristalina con superficies de separación entre los cristales. Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad es algo menor a las de silicio monocristalino.

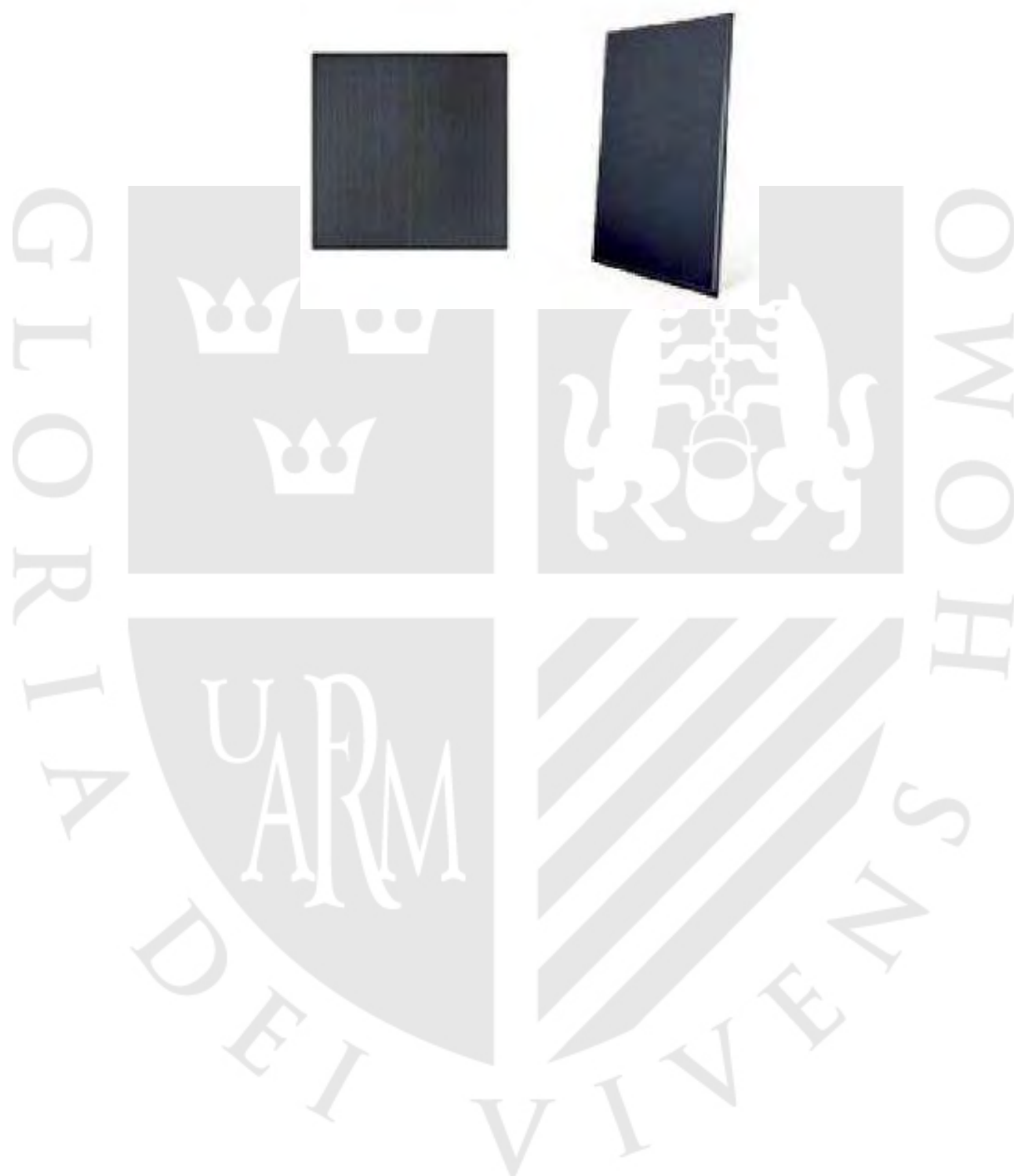
Gráfico 22 - Panel de Silicio policristalino



c. Silicio Amorfo

Estas celdas se obtienen mediante la deposición de capas muy delgadas de silicio sobre superficies de vidrio o metal. Su eficiencia en conversión de luz solar en electricidad varía entre un 5 y un 7%. Son, por consiguiente, los más baratos y menos duraderas. Son las utilizadas en calculadoras y aparatos por el estilo ya que la energía que proporcionan es muy baja.

Gráfico 23 - Panel de Silício Amorfo



CAPÍTULO 3: ESTRUCTURA ECONOMICA DEL SECTOR

3.1. Descripción del estado actual de la industria

Si bien la generación de electricidad estuvo dominada por la hidroelectricidad hasta hace poco, en 2004 la llegada de gas natural desde los campos de Camisea fue un momento de transformación. Para el año 2013, la generación de gas térmico ya representaba más del 40% de la matriz energética, mientras la hidro energética representó solo el 53%. (*OSINERGMIN 2017*)

El gas parece haber alcanzado su pico, sin embargo, la preocupación de que es un recurso finito y que debería de todos modos ser utilizado para más procesos de valor agregado (como la petroquímica plantas), el gobierno ha anunciado su intención de dar un nuevo impulso a la generación hidroeléctrica.

El Plan Nacional de Energía 2014-2025 establece que el 60% de la matriz debe provenir de recursos renovables, incluidos los hidroenergética. Con el lanzamiento del plan nacional de energía se confirma la idea de no continuar usando gas natural para la generación de electricidad, en palabras del ministro de energía y minas Eleodoro Mayorga el año 2004 luego de lanzar el plan, *"No tenemos la intención de aumentar la participación del gas"*. Además, señaló que con niveles de crecimiento del 7% en la demanda de energía, la capacidad tendrá que duplicarse en diez años (actualmente se encuentra a menos de 8 GW). (*Ministerio de Energía y Minas*)

Según datos del Ministerio, el país está sumando más de 5 GW antes de 2021, que consta de 1,4 GW de gas térmico y la generación diésel en el llamado 'Nodo de Energía del Sur'; 200 MW en la planta de gas termal de Quillabamba; 2.4 GW en

proyectos hidroeléctricos hasta 2018 y 1.2 GW de nuevos proyectos hidroeléctricos en un largamente esperado proceso de licitación por ProInversión.

Conforme a la legislación establecida, el porcentaje de participación de las energías renovables deberá ser del 5%. En el año 2015 se llegó a 2% aproximadamente y como se presentó anteriormente en julio del año 2016 se llegó al 2.56 %. Se han presentado en la subasta realizada en febrero del año 2016, un total de 350 MW de centrales con energías RER, estimando una participación cercana al 4% para el año 2018. Por lo anterior y sumado a que el MEM deberá definir un porcentaje mayor para el próximo quinquenio, se concluye que serán necesarios un aproximado de 700 GWh a generarse en el año 2019, a ser cubiertas por la subasta que deberá realizarse en el año 2018. En el Perú se han instalado cinco plantas de energía solar, todas en el sur, donde se tienen índices de radiación de 6.5 kWh/m², que son de los mayores existentes en el mundo. **(Ver Tabla 1)**

Tabla 1 - Plantas Solares en Perú (En operación)

Nombre Empresa	Centrales Solares					Departamento	Provincia	Distrito
	Central Solar	Puesta Operación Comercial	Potencia Instalada Mw	Cantidad De Módulos Fotovoltaicos	Inversión Del Proyecto Mm Us\$			
Gts Majes Sac	Cs-Majes 3	31/10/2012	20	55584	73,6	Arequipa	Caylloma	Majes
Gts Repartición Sac	Cs-Repartición	31/10/2012	20	56208	73,5	Arequipa	Caylloma	La Joya
Panamericana Solar Sac C	Cs-Panamericana	31/10/2012	20	71334	94,558	Moquegua	Mariscaal Nieto	Moquegua
Tacna Solar Sac	Cs-Tacna Solar 3	31/10/2012	20	74988	94,6	Tacna	Tacna	Tacna
Moquegua Fv Sac	Cs-Moquegua	31/10/2014	16	63480	43	Moquegua	Mariscal Nieto	Moquegua

Fuente: (OSINERGMIN 2017)

3.2. Tendencias de la industria

Las energías renovables no convencionales representaron 3% de la matriz energética en 2014, una cifra que alcanzó el 5% en 2015 (esto no incluye pequeñas centrales hidroeléctricas). Inversores en viento y proyectos solares están esperando por el detalle de la próxima subasta de energía renovable ('RER') que se lanzará a mediados del año 2018.

Juan Coronado, gerente general de Auster Energía, fue el primer desarrollador en obtener contratos para parques eólicos en Perú. Él explicó: *"Para alcanzar el 5% requerido por ley, el país necesita alrededor de 1.600 GWh o 400 MW de nueva capacidad para ser distribuido entre la energía eólica, solar y la biomasa"*.

Auster se está asociando con Invenergy de los EE. UU. para el desarrollo de nueva potencia proyectos de generación en el país.

Daniella Rough, especialista en servicios energéticos en Golder Associates, una ingeniería y consultoría ambiental, señaló: *"Con la COP20 (Conferencia sobre Cambio Climático, celebrado en Lima en diciembre de 2014) allí hay muchas expectativas para el apoyo del gobierno para las energías renovables, incluida la eliminación de restricción en la venta de energía eólica y solar de forma privada a través de la red nacional "*. El último punto es significativo ya que, de acuerdo con la regulación, la capacidad firme para las plantas eólicas y solares son cero. Eso significa que los inversores en estas tecnologías solo se pueden ingresar el mercado a través de PPAs con el Gobierno a través de las subastas de RER.

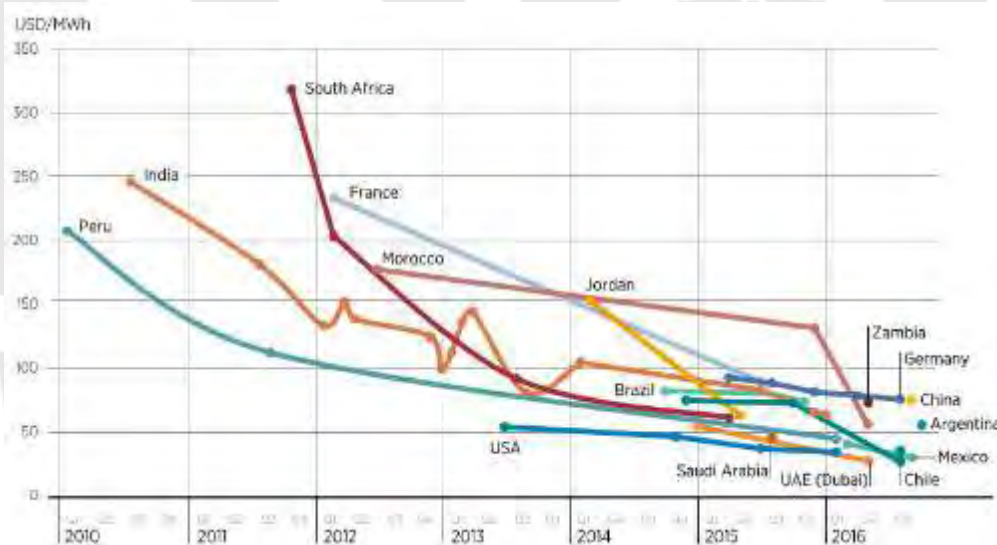
Combinando todas las subastas de RER completadas hasta el momento y excluyendo pequeñas hidros, el Gobierno ha firmado PPA para cuatro parques eólicos (por un total de 232 MW), cinco paneles solares plantas (96 MW) y dos instalaciones de biomasa (27 MW).

El argumento principal contra el generar nuevas tecnologías es su costo. Sin embargo, como la industria se desarrolla, estos deberían venir abajo, gracias a las tecnologías innovadoras y economías de escala. De hecho, la energía eólica se ofrece en Perú a precios tan bajos como \$ 50-65 / MWh, que es competitivo con plantas hidroeléctricas. Mientras tanto, la energía solar es ofrecido a menos de \$ 90 / MWh bajo contratos a largo plazo. *"Tecnología y viento la calidad nos ayuda a reducir costos. Y no pensar que los precios de las últimas subastas tener éxito nuevamente, entonces es muy*

importante para bajar los costos", dijo Patricia Alarcón, Country Manager de ContourGlobal, una empresa que opera el Talara y Cupisnique parques eólicos.

Junto con el compromiso de los países de migrar a uso de RER para generación eléctrica y los grandes proyectos de países potencia como son China y EE.UU, los precios de producir energía eléctrica con tecnología fotovoltaica han caído de manera exponencial, tan solo en el Perú el precio paso de 221 US\$/MWh en el 2010 a 48 US\$/MWh en el año 2016 tal como se evidencia en el **Gráfico 24**.

Gráfico 24 - Evolución de precios de subasta con tecnología solar, 2010-2016



Fuente: "Rethinking Energy, 2017, IRENA.

El costo no es la única preocupación para los defensores de fuentes de energía no convencionales. Mientras ha habido hidrología integral estudios desde la década de 1960, no se puede decir sobre el viento y la energía solar. Más años de recopilación de datos son necesarios para aumentar la certeza sobre el rendimiento de las nuevas fuentes de energía. Hasta ahora, las cifras son prometedoras, con niveles de radiación muy altos en el al sur del país (6-7 kWh por metro cuadrado) y vientos muy constantes a lo largo de la costa. *"El viento en Marcona es excepcional",* dijo María Sánchez-Mayendía, gerente de Energías renovables en Cobra, un español grupo que opera el parque eólico Marcona (32 MW) y está construyendo otro en Tres Hermanas (97 MW).

3.3. Análisis Estructural del Sector Industrial

El Sistema Eléctrico Interconectado Nacional cubre la mayor parte del territorio nacional, desde Tumbes hasta Tacna por la Costa y paralelamente por la zona de sierra; solamente existen áreas aisladas en la región Selva, por Iquitos en el norte y Puerto Maldonado por el Sur. El SEIN cubre el 85% del territorio nacional y el 90% de la energía eléctrica consumida a nivel nacional.

Las centrales de generación están conectadas a este sistema de transmisión, en las subestaciones eléctricas, a lo largo de todo el recorrido de las líneas de transmisión, como se mencionó sólo en la región de la selva, existen sistemas aislados, que cuentan con generación propia y líneas de transmisión limitadas a su ámbito de operación.

Según datos de (COES, 2016) en la actualidad, existe una sobrecapacidad de generación en el SEIN. La potencia efectiva de generación instalada en el SEIN es de 11.22 GW, capacidad que está muy por encima de la máxima demanda presentada en el año 2016 de 6.76 GW. En este sentido, el reto no es incrementar la capacidad de producción, sino la distribución de la energía a las vastas áreas del territorio nacional que actualmente tienen muy baja cobertura.

3.4. Análisis de la Competencia y el Sector Industrial (Fuerzas de Porter)

3.4.1. Poder de Negociación de los Compradores o Clientes:

En nuestro caso, el Estado es el único cliente consumidor de la energía solar, que es la razón de este proyecto, por lo tanto, es el que determina las reglas y normas de todos los procesos de licitación a través de sus entidades como el Ministerio de Energía y Minas y el Osinergmin. El tiempo de adjudicación varía entre 15 a 20 años, este es el tiempo que se puede lograr ser el proveedor, aunque puede ser renovable, para lograrlo es importante ofrecer las mejores tecnologías y encontrar las mejores fuentes de inversión para un respaldo adecuado ante cualquier incumplimiento, así también, este tiempo nos asegura el cumplimiento de un contrato frente a un horizonte conocido bajo cualquier circunstancia (**Medio / Alto**).

3.4.2 Poder de Negociación de los Proveedores o Vendedores:

Frente a nuestro cliente, nuestra capacidad de negociación es baja o media, debido a que nosotros buscamos ser sus proveedores a través de una licitación, donde primordialmente se concursa en base al ofrecimiento del valor más bajo por Kw/h para la obtención de la adjudicación. (**Baja/ Media**)

Sin embargo, frente a nuestros proveedores de tecnología, y otros servicios, la adjudicación de un proyecto de estas características de inversión, nos favorece ya que podemos obtener sus mejores ofertas y esfuerzos para llevar adelante este proyecto desde el inicio. (**Alto**)

3.4.3 Amenaza de los Nuevos Competidores (Entrantes):

- Economías de Escala

En este escenario, debemos mencionar que para un proyecto de gran capacidad se necesitara una mayor inversión y se generaran economías en escala, ya que arrastran mejoras y eficiencias en las diversas variables de costos (**Media**)

Diferenciación de Producto

La tecnología fotovoltaica hoy en día se asume como un commodity, los principales fabricantes de los componentes provienen de Europa y Asia, y en la actualidad se manejan precios internacionales, donde lo más importante es la certificación, para poder usarlos en cualquier parte del mundo, por lo cual la diferenciación de estos productos es mínima (Baja).

Sin embargo, si consideramos este proyecto como una solución integral frente a una oportunidad insatisfecha, la diferenciación del producto se apreciará en las diversas etapas del proyecto, enfocándonos en la eficiencia y optimización de cada etapa, para lograr el menor costo a partir de la energía solar, lográndose diferenciar de los competidores. (Media)

Inversiones de Capital

Este factor quizás sea el más importante, luego de una adjudicación, debido al corto plazo que se necesita para conseguirlo y el gran desembolso requerido en la etapa inicial, lo cual puede parecer poco atractivo a los inversionistas, sin embargo, en contra parte, es alta la necesidad de demanda insatisfecha en un país con una brecha por cubrir y que seguirá en crecimiento. (Alto)

Ventaja en costos (Independientemente de la escala)

Con respecto a este factor, los competidores poseen una ventaja por el Know How adquirido en este tipo de proyectos, sin embargo debido a la simplicidad de la tecnología y el nivel técnico de la operación, la curva de aprendizaje es corta, debido a que se convierte muchas veces en repetitiva, por lo cual no se considera como una ventaja importante (Bajo).

Acceso a los canales de distribución

Este factor, se plantea durante la micro localización, durante el desarrollo de este proyecto, ya que son conocidos los puntos de interconexión a la red (Medio).

Política Gubernamental

El Decreto Legislativo N° 25844 - Ley de Concesiones Eléctricas (LCE) y su Reglamento: (1993-1994) crea el mercado eléctrico y establece su arreglo institucional

Ley N° 28832- Ley de Generación Eficiente: Ley de Generación Eficiente (2006), Tiene por objetivo perfeccionar las reglas establecidas en la LCE. Promueve licitaciones y contratos de largo plazo. Establece el marco legal de la transmisión.

Decreto Legislativo N° 1002 (“DL 1002”): (2008) Promueve el desarrollo de la generación de electricidad mediante recursos renovables. Tiene dos reglamentos:

–D.S. N° 012-2011-EM, 23/03/2011, aprobó Reglamento de la generación de electricidad con energías renovables para venta al SEIN (RER Conectados a red)

Todo este marco regulatorio para el uso de energías renovables (RER), busca declarar de interés nacional y necesidad pública, para lo cual busca fomentar a través de los siguientes incentivos:

Prioridad en el despacho del COES

Prioridad en el acceso a las redes de T&D

Tarifas estables a largo plazo, determinadas mediante subastas

Participación en el mix del parque generador, (Eólica, solar, biomasa, geotermia), hasta 5% consumo nacional de electricidad.

En consecuencia, consideramos que las políticas gubernamentales no son un factor alto (Bajo).

Barreras a la entrada

Para el sistema RER, podemos considerar como un riesgo de mediana intensidad, debido a los siguientes criterios en referencia a las subastas:

Promover la generación de energía con RER, de preferencia a gran escala.

Potencia los beneficios del consumidor

El modelo que se emplea brinda eficiencia y eficacia (proceso simple con requisitos mínimos, busca evitar la colusión debido a la claridad del proceso y reglas que son de conocimiento general)

Por lo tanto, podemos concluir, que este factor de amenaza de ingreso de nuevos competidores es relativamente medio, como lo muestran cada uno de los factores desarrollados anteriormente.

3.4.4 Amenaza de Productos Sustitutos

La amenaza de productos sustitutos como tal, no es significativa, al menos para estos proyectos, debido a que estas están basadas en mejoras de la tecnología que podrían afectar directamente en los márgenes de utilidad, pero como bien conocemos la tecnología fotovoltaica hoy en día tiene un estándar que es con el cual

se determina para el proyecto, y bajo el cual participan todos en los procesos de adjudicación.

Una posible amenaza solo sería si la demanda de la energía renovable por energía solar, cayera drásticamente, producto de un retroceso en las tecnologías fotovoltaicas, o de avances sustanciales en tecnologías para mejorar el rendimiento de otras energías renovables como la eólica, biomasa, geotérmica e hidroeléctricas, siendo la de mayor amenaza la energía eólica, ya que son las más “limpias” y que por el momento ofrece mejores precios competitivos, sin embargo para nuestra realidad, el parque eólico no es mayor que el parque solar.

La energía hidroeléctrica podría ser por ahora la más rentable en términos económicos, sin embargo, presenta limitaciones de localización e impacto ambiental por la zona donde podría operar.

En conclusión, podemos considerar que la amenaza de productos sustitutos en el horizonte de tiempo de este proyecto es baja y de poco impacto en este proyecto

3.4.5 Rivalidad entre competidores

Los competidores en términos generales son las empresas postoras que pueden aparecer durante el periodo de licitación, en busca de la adjudicación, estas podrían ser de capitales extranjeros o nacionales. En ese momento podríamos acotar que el nivel de competencia es alto, deseo de adjudicación.

Al considerarse un mercado aun en vías de crecimiento y búsqueda de satisfacer la demanda, que por ley del gobierno está pactada en llegar al 5%, (estamos próximos a cumplirlo) y que cada 5 años el MEM debe volver a definir el porcentaje de participación de la RER en la matriz energética, bajo estos puntos aun no podemos decir que existe un nivel de competencia elevado, ya que las oportunidades de seguir siendo postores son altas. Así mismo una vez adjudicado el proyecto el riesgo entre competidores se vuelve bajo, debido a que todo está pactado de acuerdo con un contrato

En términos generales este factor tiene un riesgo (Bajo)

Para resumir este análisis de las fuerzas de Porter, presentamos seguidamente un cuadro:

Cuadro 6 - Resumen Fuerzas de Porter

FUERZAS DE PORTER	INTENSIDAD
Poder de Negociación de los Clientes	Medio/Alto
Poder de Negociación de los Proveedores	Medio/Alto
Amenaza de los Nuevos Competidores	Medio
Amenaza de Productos Sustitutos	Bajo
Rivalidad entre Competidores	Bajo
Promedio de la Industria	Medio

Fuente: Propia

3.5. Análisis del Macroentorno (Análisis PESTEL)

En el siguiente análisis Pestel se busca desarrollar los diversos factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos, legislativos y medio ambientales, que tiene como objetivo el análisis del entorno país para efectos del sector de energías renovables de este proyecto.

3.5.1 Factor Político

El Estado Peruano, en el año 2008, declara de interés nacional y de necesidad publica el desarrollo de la generación eléctrica mediante el uso de las energías renovables (RER), en ese contexto y en conjunto con el plan energético nacional, es que se establecen políticas que ayuden al cambio de la matriz energética, así como a su diversificación, evitando la dependencia de la energía de los hidrocarburos principalmente. En tal sentido todos los gobiernos de turno no han desviado ni distraído los recursos para afianzar estas políticas y más bien por el contrario han venido fortaleciéndolas a través de diversas normas y decretos, así como ajustándolas a la medida de buscar un mayor incentivo de inversiones privadas con diversos mecanismos. Para asegurar esto los responsables directos de mantener, regular y afianzar estas políticas son las siguientes entidades del gobierno con diversas funciones claras (**Ver Gráfico 25**).

Gráfico 25 – Instituciones del Estado con influencia en Generación RER



Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016.

Este factor se evalúa como una oportunidad alta, para el desarrollo del negocio, debido a un alto interés político para el desarrollo y ejecución de RER.

3.5.2 Factor Económico

Las proyecciones de crecimiento económico auguraban para esta década promedios entre el 4.5% y 6.5% del PBI, incluso con picos de hasta 9%, sin embargo debido a los diversos escenarios mundiales y más aún locales, estas proyecciones en el último año estuvieron por debajo de la meta 2017 (2.5% frente a un 2.8% esperado), esta desaceleración en definitiva impacta en todos los sectores, sin embargo debido a las políticas de gobierno establecidas para el sector energético, (políticas de promoción, tributarias, legislativas) ,la nueva proyección para los próximos años empieza a recuperarse como lo indica el cuadro 1.

Específicamente para las RER, estamos en un momento crucial, ya que este año debería lanzarse la 5ta Subasta y también aún está por definirse la nueva cuota asignada para las RER, es decir , la cuota fijada un quinquenio atrás que fue del 5% de la producción nacional, este año debería aumentar; al día de hoy estamos en el 4.73% de la cuota ; por tal motivo creemos que en el escenario actual este debería aumentar, más aun

empujado por el mejoramiento en el sector minero, (principal motor y demandante de energía en el sur), debido al repunte de los comoditys, otro factor a favor ; en un escenario aún incierto, es el retrasos de la construcción del gaseoducto del sur (GSP) , todos estos factores deberían ser decisivos para consolidar y apostar por las RER.

Este factor se evalúa como oportunidad alta para el negocio, debido que ayudaría a mejorar la matriz energética, así como volver a colocarnos como país líder en el uso de estas energías.

Cuadro 7 - PBI por sectores - Perú

	Peso Año Base 2007	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Prom 2018-2021
Agropecuario	6,0	3,2	1,8	2,1	4,5	4,6	4,6	4,6	4,6
Agrícola	3,8	1,9	0,6	1,0	4,6	5,0	4,8	4,8	4,8
Pecuario	2,2	5,2	3,6	3,6	4,2	4,2	4,3	4,3	4,2
Pesca	0,7	15,9	-10,1	27,0	13,5	2,6	2,0	2,1	5,1
Minería e hidrocarburos	14,4	9,5	16,3	6,0	5,4	2,9	3,1	3,2	3,6
Minería metálica	12,1	15,7	21,2	6,5	5,3	3,0	3,5	3,3	3,8
Hidrocarburos	2,2	-11,5	-5,1	4,7	5,9	5,0	5,0	5,0	5,2
Manufactura	16,5	-1,5	-1,6	1,4	4,2	4,5	4,2	4,4	4,3
Primaria	4,1	1,8	-0,5	10,0	8,5	4,4	3,0	3,4	4,8
No primaria	12,4	-2,6	-2,0	-0,8	2,8	4,5	4,6	4,8	4,2
Electricidad y agua	1,7	5,9	7,3	3,5	5,0	5,5	5,4	5,4	5,3
Construcción	5,1	-5,8	-3,1	3,8	7,3	6,7	6,8	6,9	6,9
Comercio	10,2	3,9	1,8	1,0	3,0	5,0	4,9	4,8	4,4
Servicios	37,1	5,1	4,2	2,8	4,5	5,2	5,5	5,5	5,2
PBI	100,0	3,3	3,9	3,0	4,5	5,0	5,0	5,0	4,8
PBI primario	25,2	6,8	9,8	6,0	5,8	3,5	3,4	3,5	4,0
PBI no primario¹	66,5	2,7	2,3	2,1	4,3	5,2	5,4	5,4	5,1

^{1/} No considera derechos de importación y otros impuestos.

Fuente: BCRP, Proyecciones MEF

3.5.3 Factor Tecnológico

Desde que la aparición de los paneles solares hasta la fecha hemos visto como el avance de la tecnología ha ido reduciendo sus costos, haciéndolos más atractivos para su difusión y posicionamiento, es decir el avance de la tecnología por ejemplo ha producido una reducción de hasta un 80% de su valor en el año 2009, con respecto al 2015.

En tal sentido, a pesar de que existen diversos tipos de tecnologías para celdas fotovoltaicas, diversos fabricantes de celdas fotovoltaicas, en términos generales todas están avanzando a un ritmo acelerado en la última década, con la intención de mejorar su posicionamiento frente al resto de las tecnologías limpias, principalmente la eólica que es su mayor competidora, debido a su eficiencia.

También el estado para salvaguardar y asegurar que se cumplan requisitos mínimos de tecnología, establece que los componentes fotovoltaicos, no deben tener una antigüedad mayor a 2 años. Esto regla en conjunto con la forma de la subasta, promueve

la búsqueda e implementación de tecnologías de última generación, para obtener la mayor eficiencia posible

En tal sentido ya que la fabricación y costos son casi estándares en el mercado mundial, así como las reglas establecidas, consideramos que este factor es de riesgo medio.

3.5.4. Factor Legislativo

El estado peruano a partir de la publicación de la ley 1002, donde declara de interés nacional y de necesidad publica el desarrollo de las energías renovables, ha seguido buscando mejorar el marco legal para promocionar y regular todo aspecto relacionado a las RER, las cuales pasamos a detallar (**Ver Gráfico 26**).

Gráfico 26 - Soporte Legal para generación RER



Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016.

Este marco legislativo vigente, continúa afianzando las políticas de estado, así como el plan energético nacional, sin embargo, aún hay muchas oportunidades de mejora, como el cumplimiento de los plazos, para la ejecución de licitaciones, etc., en tal sentido consideramos como oportunidad media para el negocio.

3.5.5. Factor Medio Ambiental

La reducción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI), es uno de los objetivos mundiales de todos los países y más de los que lideran la COP, donde Perú fue uno de los actores principales en el 2014, en tal sentido las políticas que se vienen dando y afianzando en estos años, siguen contribuyendo a mejorar la calidad del aire, y limitar el

aumento de la temperatura global por debajo de 2° (Acuerdo de Paris, 2015) , en tal sentido Perú está comprometido no solo con los objetivos mundiales, sino también con el propio desarrollo y búsqueda de cambio de la matriz energética actual a una matriz más limpia. Entre los años 2008 y 2013 fueron alrededor de 2M de toneladas mitigadas de CO2, debido al uso de energías RER. Para el año 2013, fue alrededor de 17M USD el equivalente financiero por el pago de certificados de emisiones reducidas (CERs).

Este factor consideramos de oportunidad media-alta debido a que hay un empuje global y local, para continuar con cambiando la matriz energética.

Para resumir este análisis Pestel, presentamos seguidamente un cuadro:

Cuadro 8 - Resumen Análisis PESTEL

FACTORES	INCIDENCIA
Político	Oportunidad Alta
Económico	Oportunidad Alta
Tecnológico	Riesgo Medio
Legislativo	Oportunidad Media
Medio Ambiental	Oportunidad Media-Alta
Promedio de la Industria	Oportunidad Media

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Oportunidades y Amenazas

3.6.1 Oportunidades

- El DL 1002 aprobado en el 2008 para promover la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables es la base fundamental para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica con RER.
- En el Plan Energético Nacional 2014-2025 tiene como objetivo llegar a una participación del 5% de generación con energías renovables no convencionales, teniendo un objetivo general de llegar alrededor del 30%, por lo que existe demanda insatisfecha que el gobierno trata de suplir con el sistema de subasta de electricidad con RER.
- En las subastas las empresas compiten entre las que usan un mismo tipo de tecnología (solar, biomasa, eólica)
- Las zonas de alta radiación son normalmente zonas desérticas donde no hay actividad agrícola, lo que disminuye la posibilidad de conflictos sociales y por ello también se reduciría el costo de venta o alquiler.
- Los organismos mundiales como Banco Mundial (BM), Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Corporación Andina de Fomento (CAF) cuentan con fondos de inversión destinados a financiar proyectos de energías renovables.

3.6.2 Amenazas

- Alta competencia en la subasta.
- Pérdida de inversión en el estudio de prefactibilidad al no ser ganadores de la subasta.
- Penalizaciones por incumplimiento de cantidad de energía establecida en el Contrato de Concesión firmado con el MINEM siendo OSINERGMIN la institución fiscalizadora en cumplimiento de la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.
- La operación de la Planta se puede ver impactada por las condiciones climáticas y meteorológicas adversas que se pueden presentar durante fenómenos naturales.
- El silicio es la materia prima más importante en la fabricación de paneles, el costo de este insumo influye directamente en el precio de los paneles.

CAPÍTULO 4: ESTUDIO DE MERCADO

4.1 Producto

Las Plantas Eléctricas Solares se utilizan para generar energía eléctrica. Una Planta Eléctrica Solar es un conjunto de elementos (módulo solar, inversores, control de carga, etc.) que convierten la luz solar en electricidad. El Sol es la fuente de energía por lo tanto no se requiere de combustibles y no se contamina el medio ambiente.

El servicio por ofrecer es el de proveer de energía eléctrica al SEIN (Sistema Eléctrico Interconectado Nacional) a partir de una planta solar con tecnología fotovoltaica instalada en la zona Sur Peruano (Arequipa, Moquegua o Tacna) según las necesidades del sistema planteadas en la subasta organizada por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) durante la siguiente subasta de generación con energías renovables en el Perú el año 2018.

Como principal característica del servicio destacamos el uso de RER (Recursos Energéticos Renovables) como parte de las políticas de Estado y compromisos internacionales relacionados al cuidado del medio ambiente, la caída de los precios relacionados a tecnología fotovoltaica que van a permitir reducir el costo de generación significando esto beneficio tanto a los inversionistas con una mayor ganancia, al estado con el uso de energías limpias en la red nacional y al usuario final con el abaratamiento de energía comercial. Asimismo, es preciso mencionar que dentro de los componentes de una planta solar no existen partes móviles y por ende no hay procesos de desgaste lo que implica un bajo requerimiento de mantenimiento y garantizar una operación silenciosa y,

por último, al no haber desgaste se espera una vida útil de los componentes de aproximadamente 25 años.

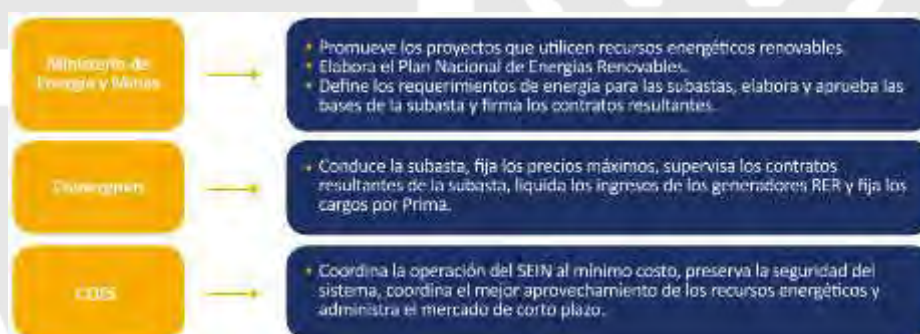
Para el estudio de prefactibilidad se tiene en cuenta una Planta Solar con una Capacidad de 20 MW, localizada en la zona Sur del Perú (Arequipa-Moquegua-Tacna)

4.2. Análisis de la demanda

4.2.1. Mercado Objetivo

El Estado Peruano es el mercado objetivo, representado por instituciones estatales, cada una de ellas con responsabilidad directa en cuanto a adjudicación de subastas, regulación y administración de la red eléctrica nacional (**Ver Gráfico 27**).

Gráfico 27 - Mercado Objetivo - Instituciones del Estado



Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016.

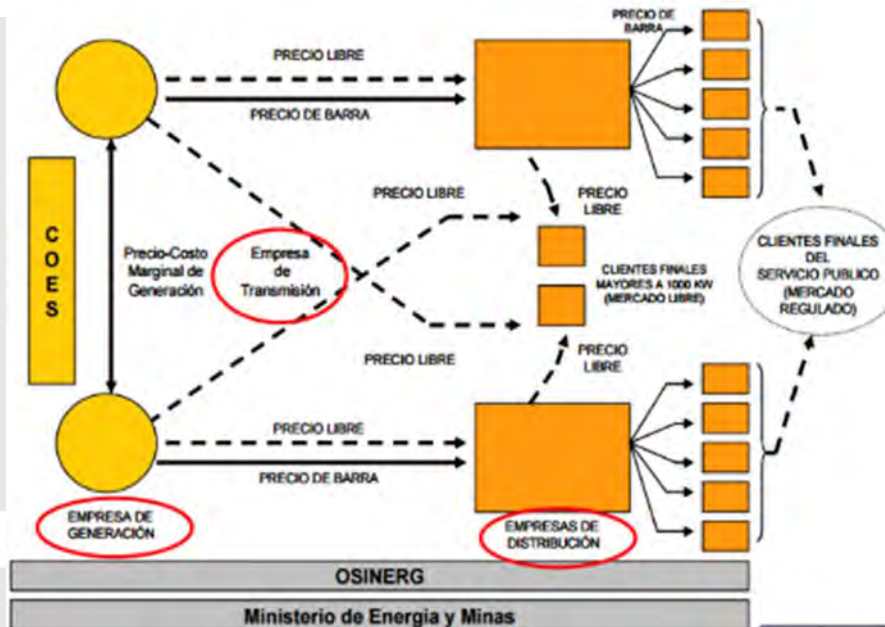
Nos enfocaremos en COES porque es la institución que se encargará de recibir y distribuir la energía eléctrica generada por la planta solar.

La operación del SEIN la realiza el Comité de Operación Económica el Sistema. El (COES) es una entidad privada, sin fines de lucro y con personería de Derecho Público. Está conformado por todos los Agentes del SEIN (Generadores, Transmisores, Distribuidores y Usuarios Libres) y sus decisiones son de cumplimiento obligatorio por los Agentes. Su finalidad es coordinar la operación de corto, mediano y largo plazo del SEIN al mínimo costo, preservando la seguridad del sistema, el mejor aprovechamiento de los recursos energéticos, así como planificar el desarrollo de la transmisión del SEIN y administrar el Mercado de Corto Plazo.

El COES opera todo el equipamiento del SEIN y da instrucciones a los centros de control de las empresas de generación y de transmisión, para arrancar/parar las unidades

de generación, conforme la demanda de energía de todos los usuarios conectados al sistema vaya incrementándose o reduciéndose; como se mencionó en el párrafo anterior, las decisiones del COES son de cumplimiento obligatorio (**Ver Gráfico 28**).

Gráfico 28 - Esquema de administración de la red eléctrica nacional



Fuente: OSINERGMIN, 2016.

4.2.2. Perfil del Consumidor

El COES opera el SEIN bajo un sistema marginalista y con criterios de mínimo costo de operación; el costo de toda la energía generada en cada momento es el costo variable de la unidad de generación más cara, con la cual se cubre la demanda de cada momento y es el costo marginal. Las centrales de generación con energías renovables entran con prioridad al despacho eléctrico, antes de cualquier central de generación térmica o hidráulica. La energía que una empresa de generación entrega al SEIN es la que el COES ordenó inyectar conforme a su prioridad de costo variable de operación y es como si la entregara a “una bolsa”, los usuarios (distribuidores y clientes libres) retiran la energía que requieren en cada momento de esa “bolsa”; en este sentido, no está definido que un generador le entregue energía a su cliente ni que el cliente reciba energía del suministrador que contrató con él. No se permiten las relaciones generador-cliente directas dentro del SEIN.

Las relaciones comerciales que se presentan entre los agentes son diferentes a lo que operativamente se da dentro del SEIN. Mensualmente el COES realiza el resultado de las “Transferencias de energía”, es decir que esta entidad cada período de 15 minutos del mes, hace el balance de qué empresas entregaron energía y que empresas retiraron energía para sus clientes; como resultado de este balance, los deficitarios (retiraron más de lo que generaron) pagarán a los excedentarios, la energía valorizada al costo marginal.

Conforme a la normatividad, las centrales generación RER, también remuneran el costo marginal, la diferencia entre el costo marginal y el precio ofertado con el cual ganaron su lugar en la subasta correspondiente, la reciben como una compensación que es pagada por todos los usuarios del sistema, en un rubro diferente determinado la normatividad (dentro del peaje de conexión).

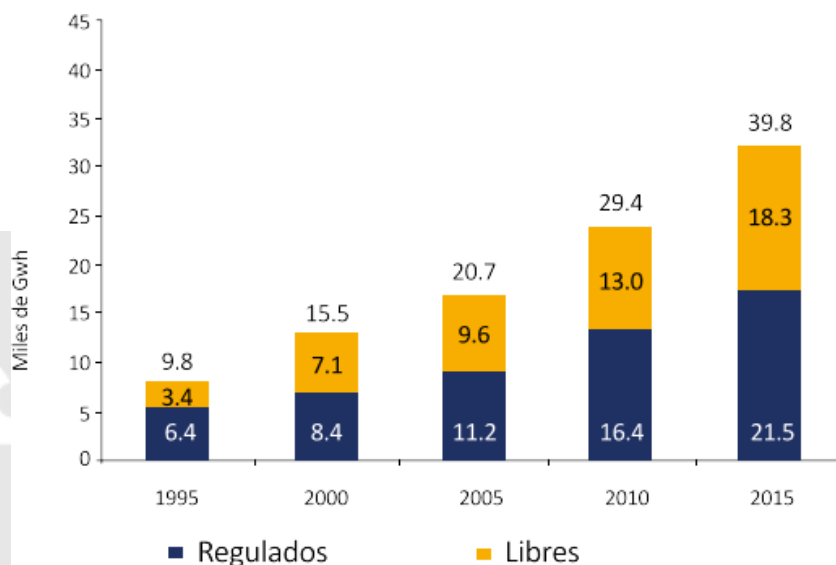
4.2.3 Demanda Histórica

Tanto la potencia efectiva como la máxima demanda han mostrado una tendencia creciente en los últimos 20 años. Un concepto asociado a estos términos es el margen de reserva efectivo que mide el porcentaje de potencia efectiva que excede a la máxima demanda.

El consumo nacional de electricidad (incluye el del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional-SEIN, los Sistemas Aislados-SS.AA., y los autoprodutores) creció a una tasa promedio anual de 5.8% entre 1995 y 2015. De esta manera, de los 13 623 GWh de energía consumida en 1995 se pasó a 42 334 GWh en 2015, lo que representa un incremento de más de 200% en dicho periodo (*OSINERGMIN 2016*).

De acuerdo con datos del Ministerio de Energía y Minas (MEM), el número de usuarios regulados en 2015 fue 6 681 682, es decir, hubo un incremento de 168% con respecto a 1995 (2 491 629 usuarios) (**Ver Gráfico 29**).

Gráfico 29 - Evolución del consumo del mercado eléctrico según tipo de cliente, 1995-2015



Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016).

- Nota: Los usuarios libres son los usuarios conectados al SEIN no sujetos a regulación de precios, mientras que los usuarios regulados están sujetos a la regulación de precios por la energía o potencia que consumen. Dentro de los usuarios libres se encuentran, principalmente, las empresas mineras e industriales. (*OSINERGMIN*)

En Perú, históricamente, más de 50% de la producción de electricidad ha provenido de fuentes renovables. Hasta 2002, la generación hidroeléctrica representaba 85% del total de energía eléctrica generada en el país. Con el desarrollo del gas de Camisea, las centrales hidroeléctricas han ido disminuyendo hasta representar actualmente 48% de la matriz energética (*OSINERGMIN 2016*).

A partir de 2008, con el inicio de las licitaciones RER, la participación de las energías renovables no convencionales en la producción total de energía del SEIN ha ido en aumento, aunque de forma moderada (**Ver Gráfico 30**), como consecuencia de las cuatro subastas de energía realizadas por el MEM se adjudicaron 7 proyectos con plantas solares con una cuota de 647 GWh/año (**Ver Cuadro 9**) y un total de 280.5 MW de capacidad instalada (**Ver Cuadro 10**).

Gráfico 30 - Evolución de la producción de energía con RER (% del total)



Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016).

Cuadro 9 - Requerimiento de Energía, Cuatro Subastas MEM

		GWh/año				
Subasta		Biomasa	Biogás	Eólica	Solar	Mini Hidro
1ra. Subasta	1ra. Conv.	406	407	320	181	0
	2da. Conv.	419	-	-	8	0
2da. Subasta		593	235	429	43	681
3ra. Subasta		320	-	-	-	1300
4ta. Subasta		250	62	573	415	450

Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016).

Cuadro 10 - Proyectos con contratos adjudicados en las subastas RER

Tecnología	Total proyectos	Capacidad MW	Inversión MM US\$*
Pequeñas Hidro	45	566.1	963
Biogás	4	10.4	16.1
Eólica	7	394	567.2
Solar	7	280.5	379.3
Biomasa	1	23	31
Total	64	1274	1956.6

Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016.

- *: No se tiene en cuenta a las plantas solares Rubí e Intipampa porque aún no culminan su instalación.

4.2.4 Demanda Proyectada

Conforme a la legislación establecida, el porcentaje de participación de las energías renovables deberá ser del 5%. En el año 2015 se llegó a 2% aproximadamente y como se presentó anteriormente en julio de este año se llegó al 2.56 %. Se han presentado en la subasta realizada en febrero del presente año 2016, un total de 350 MW de centrales

con energías RER, estimando una participación cercana al 4% para el año 2018. Por lo anterior y sumado a que el MEM deberá definir un porcentaje mayor para el próximo quinquenio, se concluye en el estudio proyectado para el SEIN en el año 2018, una demanda en capacidad de 7,450 MW. y en energía 59,790 GWh; para esta proyección, la máxima capacidad de nueva RER (solar y eólico) en dicho año es de 1,656 MW. y la generación de 3,786.2 GWh, de esta máxima capacidad de GNC (Generación No Convencional), para la tecnología solar corresponden 1,076 MW y para la generación eólica 579.6 MW. (**MEM 2016**)

4.3. Análisis de la oferta

4.3.1 Análisis de la Competencia

A continuación, un análisis de la información técnica de plantas solares en el Perú

Tabla 2 - Plantas Solares en Perú (Total)

		Tacna Solar	Panamericana Solar	Repartición Solar	Majes Solar	Moquegua Solar	Rubí	Intipampa
Empresa		Consortio PS/GTS/SP	Consortio PS/GTS/SP	Grupo T-solar	Grupo T-solar	Solar Park	EGPP	Engie
Ubicación		Tacna-Tacna-Tacna	Moquegua-Mariscal Nieto-Moquegua	Arequipa-Caylloma-La Joya	Arequipa-Caylloma-Majes	Moquegua-Mariscal Nieto-Moquegua	Moquegua-Mariscal Nieto-Moquegua	Moquegua-Mariscal Nieto-Moquegua
Op. Comercial	Fecha	Oct-12	Dec-12	Oct-12	Oct-12	Dic-14	Ene-18	Dic-17
Inversión	MMUS\$	94.6	94.58	73.5	73.6	43	170	55
Área terreno	Ha	121	123	102	102	134		
Barra Conexión	Barra SEIN	Los Héroes - 66 KV	Ilo - ELP - 138 KV	Repartición - 138 KV	Repartición - 138 KV	Ilo - ELP - 138 KV		
Potencia	MW	20	20	20	20	16	180	40
Paneles	N°	74988	72000	56208	55704	63480	395160	
Potencia Unitaria	Wp	290	290	350-410	350-410	280	315	
Seguidores	N°	182	174					
Inversores	N°	32	32	32	32	26		
Factor Planta	%	26.9	28.9	21.4	21.5	30.5		
Inversión Unitaria	MUS\$/MW	4,730	4,729	3,675	3,680	2,688	944	1,375
Valor adjudicado	US\$/MWh	225	215	223	222.5	119.9	48	48.5
Energía Adjudicada	MWh/año	47,196	50,676	37,440	37,630	43,000	415,000	108,400

Fuente: (OSINERGMIN,2017)

- Nota: Centrales Rubí e Intipampa aún no están en operación

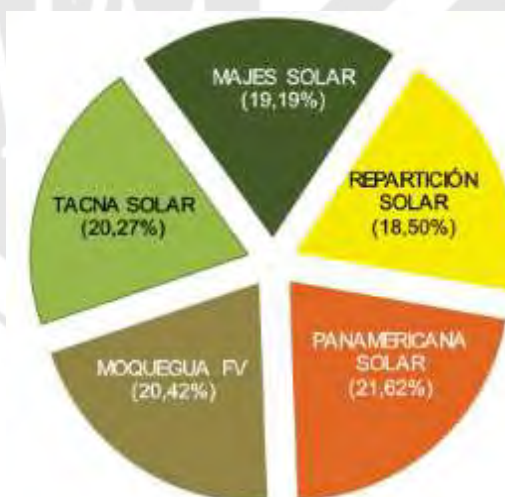
Como resultado de las 4 subastas de energía realizadas por el Ministerio de Energía y Minas se tienen 7 Plantas solares, cinco de las cuales se encuentran en operación, Tacna Solar, Panamericana Solar, Repartición Solar, Majes Solar y Moquegua Solar y dos plantas en construcción, Rubí e Intipampa, cuyos detalles como empresa concesionaria, localización y capacidades se encuentran descritas a detalle en la **Tabla 2**, y sus porcentajes de participación con respecto al total de energía producida según el informe de Estadística de Operaciones del año 2016 emitido por el COES SINAC (Ver **Cuadro 11 y Gráfico 31**).

Cuadro 11 - Producción Solar por empresas, 2016

EMPRESA	ENERGÍA (GW.h)	PARTICIPACIÓN (%)
PANAMERICANA SOLAR	52,3	21,62
MAJES SOLAR	49,4	20,42
TACNA SOLAR	49,0	20,27
REPARTICIÓN SOLAR	46,4	19,19
MOQUEGUA FV	44,7	18,50
TOTAL	241,8	100,00

Fuente: COES SINAC Estadística de Operaciones 2016.

Gráfico 31 - Participación de producción solar por empresas, 2016



TOTAL = 241,8 GW.h

Fuente: COES SINAC Estadística de Operaciones 2016.

4.4. Demanda del Proyecto

4.4.1 Estimación de la demanda insatisfecha del proyecto

El COES por medio de la consultora “Electrical Studies Consultant” realizó un estudio de la red nacional con el objetivo de determinar los máximos valores de inyección de generación no convencional para el año 2018, dicha consultora emitió su informe, “Estudio de la Máxima Capacidad de Generación No Convencional (Eólica y Solar Fotovoltaica) a ser Instalada en el SEIN (CMGNC)”, el cual tomaremos como referencia para determinar la demanda estimada de energía para la quinta subasta de energía que se espera sea publicada a mitad del año 2018.

El estudio proyecta para el SEIN en el año 2018, una demanda de 7,450 MW. y en energía 59,790 GWh; para esta proyección, la máxima capacidad de nueva RER (solar y eólico) en dicho año es de 1,656 MW. y la generación de 3,786.2 GWh.

De esta máxima capacidad de GNC, para la tecnología solar corresponden 1,076 MW y para la generación eólica 579.6 MW. El volumen de generación de 3,786.2 GWh representa el 6.4 % de la demanda proyectada. Este valor es superior al meta objetivo del primer quinquenio de 5 %, por lo que entendemos que la nueva meta será incrementada por el MEM en el segundo quinquenio. (*Estudio para la determinación de CMGNC a ser instalada en el SEIN, 2015*).

El estudio también muestra la Capacidad Máxima de Generación No Convencional total del SEIN, abarcando las zonas Norte, Centro y Sur Oeste identificando las Sub Estaciones de conexión al SEIN y el tipo de tecnología (**Ver Tabla3**)

Tabla 3 - Capacidad Máxima de Generación No Convencional en el SEIN, 2018

S/E del Sitio Candidato	Area	Vnon [kV]	GENER EÓLICA	GENER SOLAR	Total Inyección Simple [MW]	Total Inyección Multiple por Sitio	Total Inyección Multiple por Area	Total CMGNC en el SEIN
ZORRITOS	Area Norte	220.0		X	150	80	720	1656
TALARA		220.0	X	X	430	80		
PARINAS		220.0	X	X	230	80		
PIURA OESTE		220.0	X	X	540	80		
LA NIÑA		220.0	X	X	600	80		
CHICLAYO OESTE		220.0	X		500	80		
FELAM		220.0	X		270	80		
GUADALUPE		220.0	X		550	80		
CUPISTIQUE		220.0	X		340	80		
HUACHO		220.0	X		350	80		
ICA	Area Centro 1	220.0	X	X	150	80	332	
MARCONA		220.0	X	X	300	80		
TRES HERMANAS		220.0	X	X	12	12		
OCONA		500.0		X	500	80		
SAN JOSÉ	Area Sur Oeste	500.0	X	X	500	80	604	
MONTALVO		500.0		X	500	80		
SOCABAYA		220.0		X	340	80		
SANTUARIO		138.0	X		140	80		
REPARTICIÓN		138.0		X	85	40		
MAJES		138.0		X	80	42		
TOQUEPALA		138.0		X	0	0		
ARICOTA 2		138.0		X	0	0		
CAMANA		138.0		X	90	42		
ILO3		138.0		X	20	80		
LOS HÉROES	220.0		X	70	80			

Fuente: COES SINAC Estudio para la determinación de CMGNC a ser instalada en el SEIN, 2015

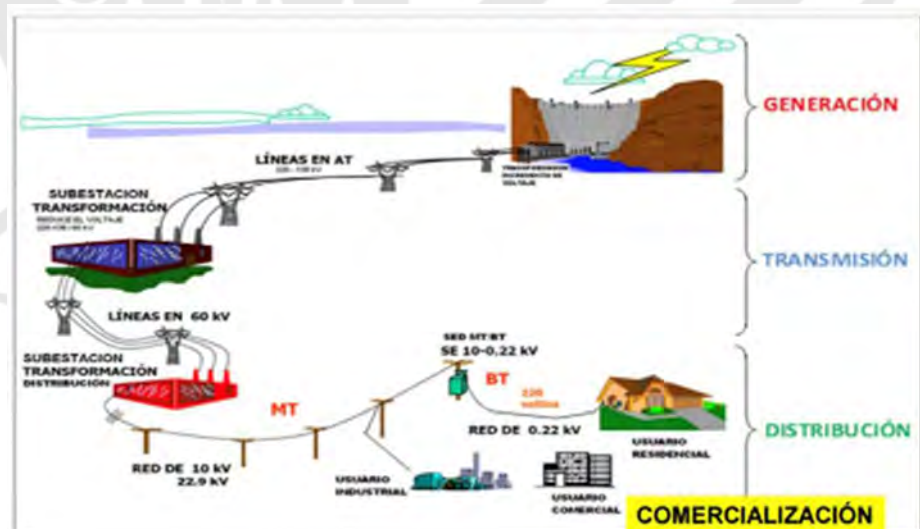
4.5. Comercialización

4.5.1 Canales de Distribución

Las actividades establecidas en el modelo de operación del sistema eléctrico peruano son principalmente la Generación, la Transmisión y la Distribución; estas actividades son independientes y deben ser administradas por empresas diferentes, no está permitida la integración vertical y cuando ésta se ha producido (por estar integradas antes de la Ley, por ejemplo), se ha emitido una normatividad para evitar la dominación del mercado.

En el **Gráfico 32**, se puede observar gráficamente la división de las actividades del sector eléctrico. Existen así, las empresas de Generación cuentan con centrales de generación hidráulicas, térmicas y de energías renovables; las empresas de Transmisión, que en el Perú está representada por el COES SINAC que opera el SEIN que conecta a las centrales de generación con las cargas principales (como empresas de distribución y grandes clientes) y las empresas Distribuidoras, que se encargan de suministrar energía a todos los usuarios que lo soliciten entro de su área de concesión.

Gráfico 32 - Funciones en la red eléctrica Perú



Fuente: OSINERGMIN

En el Perú la adjudicación de proyectos de generación eléctrica con RER se realiza mediante el sistema de subastas, el Estado a través del Ministerio de Energía y Minas es

el encargado de ofertar o licitar proyectos de energía renovables y son las empresas las que compiten para obtener la adjudicación del proyecto. Con este tipo de sistema la competencia entre empresas es lo que resalta. Las empresas que ofertan el suministro al menor costo son aquellas que ganan la licitación.

Las subastas se caracterizan porque ofrecen a las empresas que se adjudican un proyecto un contrato de compra de energía a largo plazo con duración de entre 10 y 30 años (Hasta ahora en las 4 subastas organizadas por el MEM solo se han pactado contratos por 20 años).

El diseño del sistema de subastas utilizado en el Perú para la adjudicación de proyectos de generación con RER es de apertura de sobre cerrado a mejor precio y utiliza como factor de competencia el precio “monómico” de generación, además de la cantidad de energía a subastar.

En este caso, el Ministerio de Energía y Minas determina la cantidad (cuota) de energía a subastar dependiendo del tipo de tecnología y define las condiciones y características que deben existir para la firma del contrato de acuerdo con la normativa correspondiente, las mismas que están señaladas en las bases del proceso. (*OSINERGMIN, 2017*)

- *Nota: Las empresas de generación ofrecen energía y potencia al sistema; por ello en las subastas presentan ofertas correspondientes tanto al precio de la energía como al precio de potencia. En este sentido, el precio monómico que captura un promedio entre ambos precios es adecuado como factor de competencia.*

Con el diseño de las subastas de electricidad con RER considera los siguientes criterios:

- i) La promoción a gran escala de la generación RER en la matriz energética.**
- ii) Búsqueda de eficiencia:** la subasta tiene resultados eficientes cuando los contratos se adjudican a los postores con la mayor disponibilidad para ejecutar un proyecto de generación de electricidad RER.
- iii) Maximizar el bienestar social:** la subasta debe obtener resultados que permitan el mínimo pago para los usuarios eléctricos sin que se desincentive la entrada de nuevos participantes.
- iv) Evitar la posibilidad de colusión explícita o tácita:** es necesario establecer reglas que impidan comportamientos estratégicos por parte de los participantes que originen distorsiones en el logro de los objetivos de la subasta y que lleven potencialmente

a su fracaso. En tal sentido, las reglas deben generar credibilidad y precedente para futuras subastas.

v) Evitar barreras de entrada: un aspecto clave para el éxito de la subasta es generar altos niveles de competencia, es decir que exista un número suficiente de postores. Por ello, se deben minimizar las barreras a la entrada, simplificando las reglas y los procedimientos técnicos para la participación de los postores. *(IRENA 2015)*

4.5.2 Promoción y Publicidad

Por el tipo de cliente y modo de adjudicación del proyecto, Promoción y Publicidad no aplica.

4.5.3 Precios

Con respecto al resultado de las subastas con respecto a los precios, está claro que además de contribuir con el medio ambiente es necesario contar con recursos energéticos competitivos teniendo en cuenta la experiencia previa en otros países. Para el caso peruano, cuyos precios monómicos a nivel de generación con RER están entre 50-55US\$/MWh, por lo que, en el Perú, teniendo gran participación de generación hidroeléctrica a bajo costo es muy crítico conservar la competitividad de la industria eléctrica y cumplir con los objetivos medio ambientales.

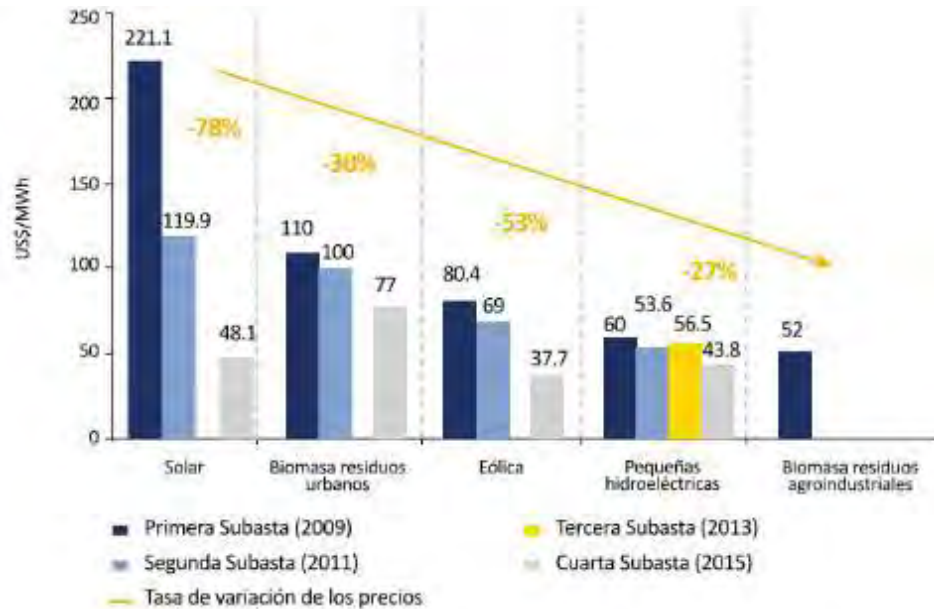
Los resultados de la cuarta subasta han logrado alcanzar valores de referencia internacional competitivos al obtener un precio promedio de 43.1 US\$/MWh, mientras que las últimas licitaciones de energía realizadas en México y Chile obtuvieron un precio promedio de 47.7 US\$/MWh Y 47.5 US\$/MWh, respectivamente.

Los sistemas fotovoltaicos han reducido sus precios desde 221 US\$/Mwh a 48 US\$/Mwh en seis años a lo largo de las 4 subastas, significando esto una disminución de 78% del precio de la primera subasta. Estos precios se obtuvieron como resultado de la disminución de los costos de la tecnología y de la competencia formada en el proceso, donde se presentaron muchos postores interesados **(Ver Gráfico 33)**.

El objetivo del desarrollo de las RER para todas las subastas fue lograr la competencia en los resultados con respecto a otras fuentes. Es preciso resaltar que el sistema de subastas, el cual es un mecanismo de competencia por el mercado, permite

determinar el precio máximo que los demandantes están dispuestos a pagar por el producto, acercándose por lo tanto a una situación competitiva de mercado. (OSINERGMIN, 2017)

Gráfico 33 - Precios promedio en proyectos adjudicados en las 4 subastas RER en Perú



Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016.

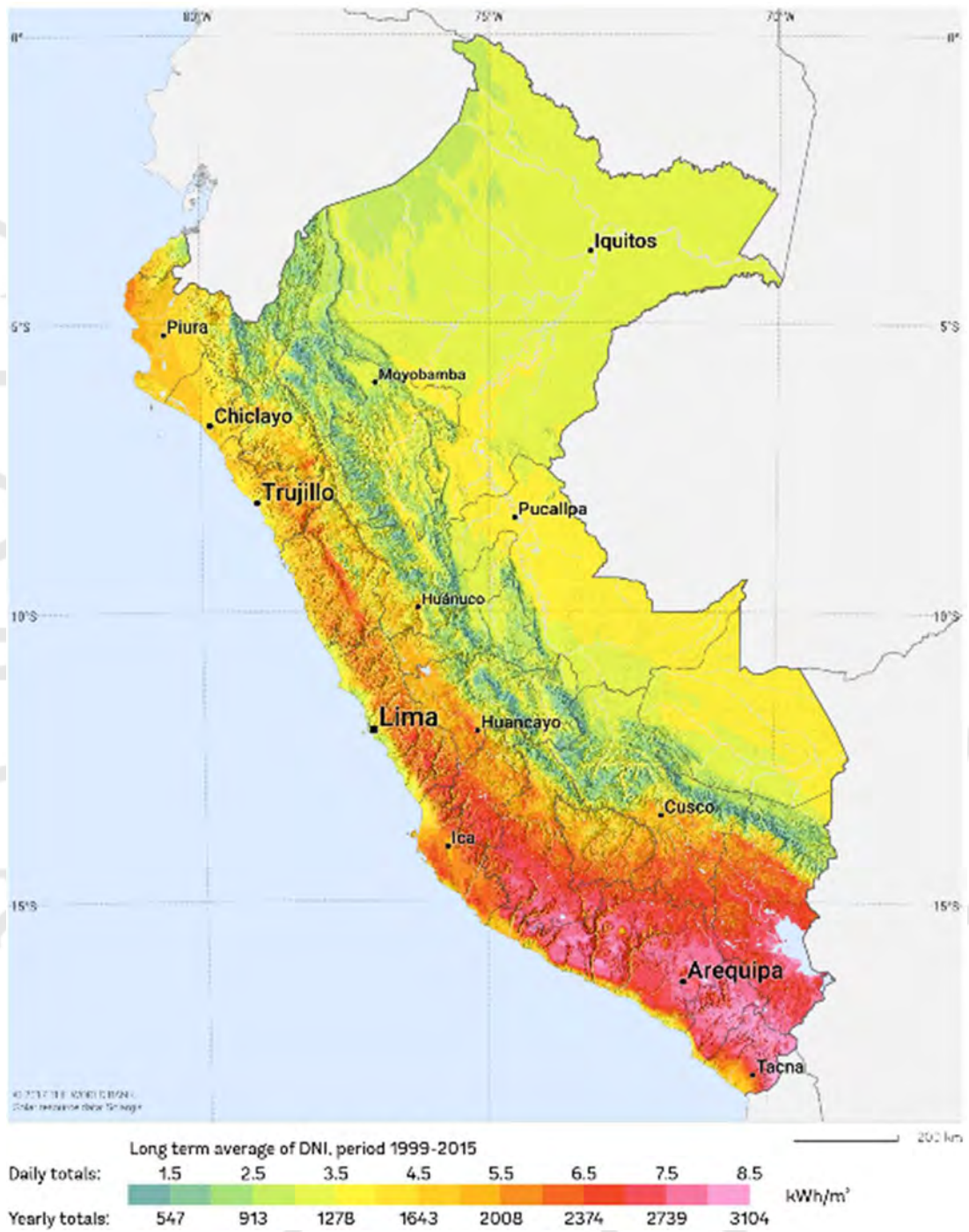
CAPÍTULO 5: INGENIERIA DEL PROYECTO

5.1. Localización

5.1.1 Macrolocalización

En Perú tenemos por el Sur, en los Departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna, zonas donde la radiación solar es de las más altas del mundo (entre 6 a 7 kWh/m²) (**Ver Gráfico 34**) y es estable a lo largo de los períodos anuales, a diferencia de otras fuentes de energía como el agua; la zona Sur del Perú al presentar altos índices de radiación solar representa la región con mayor potencial para el uso de tecnología fotovoltaica (**Ver Gráfico 35**), además, los costos de generación con esta tecnología se han reducido en unas 10 veces en los últimos 8 años, por lo tanto, la planta debe localizarse en alguno de estos puntos.

Gráfico 34 - Mapa de energía solar incidente del Perú



Fuente: www.globalsolaratlas.info, BANCO MUNDIAL 2018.

Gráfico 35 - Mapa de potencial fotovoltaico en Perú



Fuente: www.globalsolaratlas.info, BANCO MUNDIAL 2018.

5.1.2 Microlocalización

Las posibles ubicaciones deberán situarse alrededor de las Sub-Estaciones del SEIN, en las cuales se tenga capacidad disponible para instalar generación RER. El área para considerar deberá tener una extensión de terreno de 45 hectáreas, que no requiera mucho movimiento de tierras para su nivelación.

Se tiene como referencia los resultados del “*Estudio de la Máxima Capacidad de Generación No Convencional (Eólica y Solar Fotovoltaica) a ser Instalada en el SEIN (CMGNC)*” realizado por la consultora “Electrical Studies Consultant” con el objetivo de determinar los máximos valores de inyección de generación no convencional para el año 2018 en el SEIN a nivel nacional (**Ver Tabla 4**), de acuerdo con las características del proyecto propuesto en el que se considera la zona Sur del país, además del voltaje nominal de entrega (138Kv) de la subestación a conectarse hemos preparado un listado de subestaciones a las que podríamos participar de la quinta subasta RER (**Ver Tabla 5**).

Tabla 4 - Capacidad Máxima de Inyección con RER por subestaciones

S/E del Sitio Candidato	Area	Vnon [kV]	GENER EÓLICA	GENER SOLAR	Total Inyección Simple [MW]	Total Inyeccion Multiple por Sitio	Total Inyeccion Multiple por Area	Total CMGNC en el SEIN
ZORRITOS	Area Norte	220.0		X	150	80	720	1656
TALARA		220.0	X	X	430	80		
PARINAS		220.0	X	X	230	80		
PIURA OESTE		220.0	X	X	540	80		
LA NIÑA		220.0	X	X	600	80		
CHICLAYO OESTE		220.0	X		500	80		
FELAM		220.0	X		270	80		
GUADALUPE		220.0	X		550	80		
CUPISNIQUE		220.0	X		340	80		
HUACHO		220.0	X		350	80		
ICA	Area Centro 1	220.0	X	X	150	80	332	
MARCONA		220.0	X	X	300	80		
TRES HERMANAS		220.0	X	X	12	12		
OCONA		500.0		X	500	80		
SAN JOSÉ		500.0	X	X	500	80		
MONTALVO		500.0		X	500	80		
SOCABAYA		220.0		X	340	80		
SANTUARIO		138.0	X		140	80		
REPARTICIÓN		138.0		X	85	40		
MAJES	Area Sur Oeste	138.0		X	80	42	604	
TOQUEPALA		138.0		X	0	0		
ARICOTA 2		138.0		X	0	0		
CAMANÁ		138.0		X	90	42		
ILO3		138.0		X	20	80		
LOS HÉROES		220.0		X	70	80		

Fuente: COES SINAC Estudio para la determinación de CMGNC a ser instalada en el SEIN, 2015

Para realizar un proyecto de una planta solar fotovoltaica es de vital importancia tener en cuenta parámetros importantes como:

- Recurso Solar.
- Área disponible.
- Clima local.
- Topografía de la zona.
- Regulaciones locales del uso de tierras.
- Accesibilidad a la zona.
- Distancia al punto de conexión (subestación).

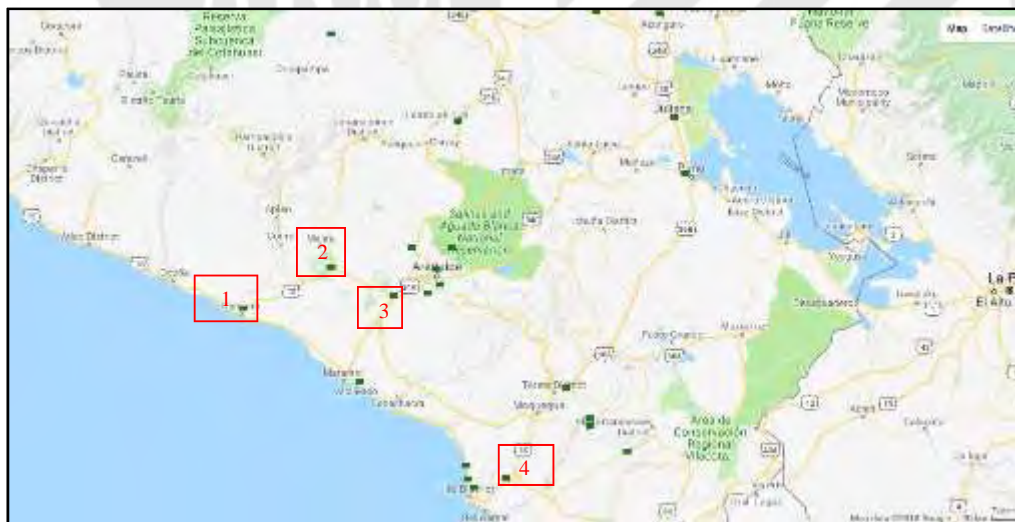
Tabla 5 - Subestaciones seleccionadas 138Kv

S/E del sitio candidato	Ubicación	V Nominal (Kv)	Generación Solar	Total Inyección (MW)
REPARTICIÓN	Arequipa	138.0	SI	40
MAJES	Arequipa	138.0	SI	42
CAMANÁ	Arequipa	138.0	SI	42
ILO 3	Moquegua	138.0	SI	80

Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar la distancia entre la ubicación de la planta y el punto de conexión a la red, de manera que se tenga la menor pérdida de energía en la transmisión, a la vez que una menor distancia asegura mayor estabilidad de la red (**Ver Gráfico 36**).

Gráfico 36 - Ubicación de Subestaciones seleccionadas



Fuente: OSINERGMIN, 2018

- Descripción:

- 1.- Subestación REPARTICIÓN
- 2.- Subestación MAJEZ
- 3.- Subestación CAMANÁ

5.2. Proceso productivo

5.2.1 Descripción del proceso productivo

El proceso productivo de la Planta costa de 5 etapas, que son descritas a continuación:

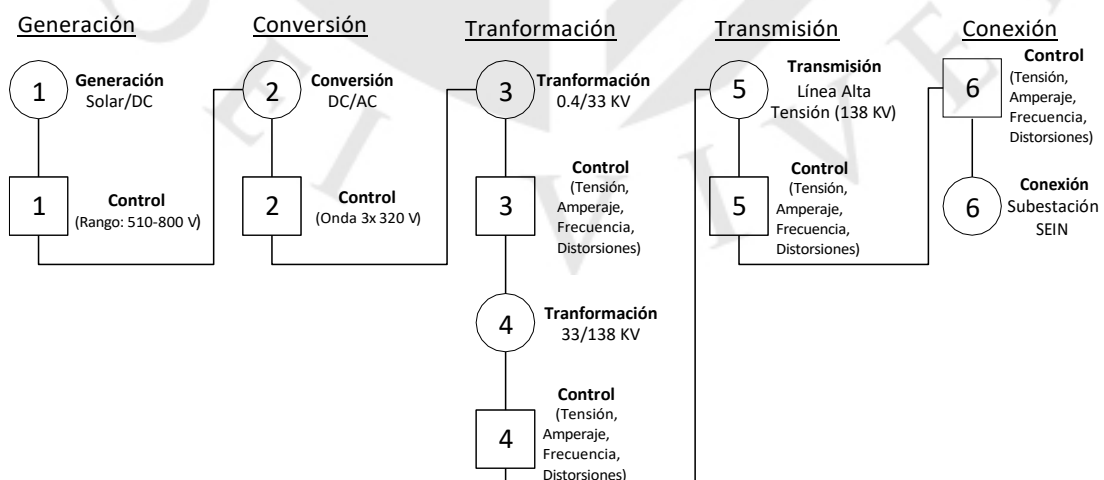
- **Generación:** Se transforma de manera instantánea energía solar en energía eléctrica. La tecnología fotovoltaica utiliza el efecto fotoeléctrico gracias al cual los semiconductores del panel solar generan electricidad cuando son expuestos a la radiación solar.
Según el diseño de la planta son necesarios 19 paneles (40.9 V por unidad) conectados en serie para asegurar un voltaje de 800 V como máximo a la entrada de los inversores por lo que es necesario monitorear la salida de voltaje de los generadores para asegurar la correcta entrada de energía según los parámetros de operación de la siguiente etapa.
- **Conversión:** Convertir corriente continua entregada por los generadores en corriente alterna, que es el tipo de corriente a ser entregada en las redes. El inversor se encarga de generar una onda sinusoidal y entregar un voltaje de 3 x 320 V AC a partir de un rango de 510 – 800 V DC suministrados por los generadores a una frecuencia de 60 Hz. Asimismo, es necesario controlar los parámetros de salida de los inversores ya que se debe asegurar valores estables de voltaje, así como monitorear que no se presenten problemas de distorsión armónica que son perjudiciales para toda la instalación, ya sea dentro de la planta como en la red.
- **Transformación:** Transformar el voltaje de salida de la etapa de conversión (0.3 KV) para entregarla en valores de las líneas de alta tensión según los requerimientos de la subestación a conectarse (138 KV). Para este proceso se ha diseñado dos sub etapas, la primera con una transformación de 0.3 a 33 KV y la segunda con una transformación de 33 a 138 KV, para la primera etapa se

requiere un transformador a la salida de cada equipo inversor (14 unidades) cada transformador con una potencia de 1600 KVA, para la segunda etapa se requiere un transformador con una potencia de 20 MVA, es necesario controlar los valores de entrada y salida de cada transformador para evitar problemas con el voltaje requerido en cada etapa.

- **Transmisión:** Transmitir la energía generada en la planta hasta la subestación de conexión elegida según la subasta del MEM. Dependiendo de la distancia entre la planta de generación y la subestación se calcula y controla las pérdidas por el efecto de la transmisión de energía, así como controlar que los valores eléctricos cumplan con los requerimientos y parámetros establecidos en el diseño de la planta.
- **Conexión:** Entregar la energía generada en la subestación de SEIN para que sea inyectada a la red nacional, antes de la conexión es necesario monitorear que los parámetros cumplan con lo estipulado en el contrato con el MEM y los requisitos establecidos en la “Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos”, el cumplimiento de esta norma y parámetros establecidos por contrato son supervisados y regulados por OSINERGMIN.

5.2.2 Diagrama del Proceso

Gráfico 37 - Diagrama de Proceso



Fuente: Elaboración propia.

5.2.3 Gestión de Inventarios

Cuadro 12 - Inventario de Procesos

PROCESOS ESTRATEGICOS	
E1	Planeamiento Estratégico de corto, mediano y largo plazo
E2	Gestión de mantenimiento y seguridad
PROCESOS OPERATIVOS	
O1	Operación de los paneles fotovoltaicos
O2	Control automático de los mecanismos para captación de radiación solar
O3	Producción de energía eléctrica
O4	Despacho de la energía generada
O5	Supervisión y medición de la energía generada
PROCESOS DE SOPORTE	
S1	Gestión de recursos humanos
S2	Gestión logística
S3	Marketing relacional
S4	Gestión financiera y contable
S5	Gestión Comercial
S6	Gestión administrativa

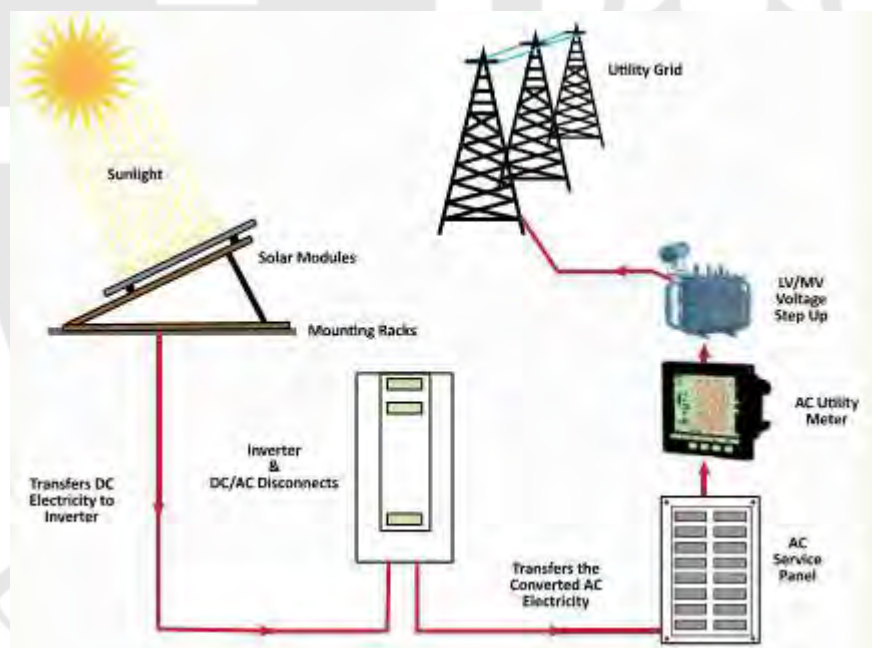
Fuente: Propia.

5.3. Tamaño de la planta

5.3.1 Componentes requeridos

El estudio propone implementar una Planta Solar con tecnología fotovoltaica con conexión directa a la red nacional por lo que se prescinde de componentes de almacenamiento de energía y se mantiene componentes básicos como, Generador Solar, Inversores, transformadores (**Ver Gráfico 38**).

Gráfico 38 - Componentes básicos de una Planta Solar



Fuente: Photovoltaic Plants, ABB - 2010.

a. Módulos Fotovoltaicos

Estos convierten la radiación solar directamente en electricidad a través del efecto fotovoltaico en un proceso silencioso y limpio que no requiere partes móviles (**Ver Gráfico 39**). El efecto fotovoltaico es un efecto semiconductor por el cual la radiación solar que cae sobre las células fotovoltaicas semiconductoras genera movimiento de electrones. La salida de una célula fotovoltaica solar es electricidad DC (Corriente

Continua). Una planta de energía fotovoltaica contiene muchas células conectadas entre sí en módulos y muchos módulos conectados entre sí en cadenas para producir la potencia de salida de Corriente Continua requerida.

Para una instalación es importante que se utilice el mismo modelo y características eléctricos.

Para poder captar la energía solar, los módulos que componen el generador deben de situarse de la manera que puedan captar la mayor cantidad de energía. El dimensionamiento del generador dependerá de:

- La orientación de la superficie del generador fotovoltaico.
- La aplicación que se le va a dar: aislado, conectado a red, etc
- El tiempo de uso a lo largo de un periodo.

Gráfico 39 - Módulo fotovoltaico



Fuente: Google

b. Inversor

Estos son necesarios para convertir la corriente continua (DC) a corriente alterna (CA) para la conexión a la red eléctrica. Muchos módulos en series de cadenas paralelas están conectados a los inversores (**Ver Gráfico 40**).

El inversor también tiene la función de sincronizar la instalación con la red generando una energía con la calidad que demanda el operador, además actúa de vigilante de tensiones, frecuencia, impedancia de red y se encarga de la desconexión cuando los valores no se encuentran en los límites establecidos.

Los parámetros principales que definen a un inversor son los siguientes:

- **Tensión nominal (V):** Tensión que se aplica a las conexiones de entrada del inversor.

- **Potencia Nominal (VA):** potencia entregada por el inversor de manera continuada.
- **Potencia activa (W):** Potencia real entregada por el inversor.
- Capacidad de sobrecarga: Capacidad del inversor para entregar una potencia más elevada a la nominal.
- **Rendimiento:** cociente entre la potencia de salida y de entrada del inversor.

Las características deseables para un inversor son las siguientes:

- Fiabilidad, sobre todo con los picos de arranque.
- Buen control de la regulación de tensión y frecuencia.
- Que ofrezca seguridad.
- Rendimiento elevado para un rango alto de potencias.

Para la instalación se requerirá un inversor que sea capaz de trabajar con el máximo rendimiento para poder extraer la máxima potencia posible del sistema.

Gráfico 40 - Inversor



Fuente: www.solarmax.com

c. Soporte

Estos permiten que los módulos fotovoltaicos se fijen de forma segura al suelo en un ángulo de inclinación fijo o en marcos que permitan el seguimiento solar (**Ver Gráfico 41**). Además, deberá cumplir con lo siguiente:

- Situar a los paneles en una altura que supere 1 metro con respecto al suelo.
- Debe estar conectada a una toma de tierra que cumpla con las especificaciones que dicte la normativa.
- Debe ser resistente a las exigencias mecánicas y a la corrosión.

Gráfico 41 - Soporte



Fuente: Google

d. Transformador elevador

La salida de los inversores para el caso de plantas necesariamente requiere un aumento de voltaje para alcanzar el nivel de voltaje de la red en el punto de conexión. El transformador elevador N° 1 toma la salida de los inversores (0.4 kV) y transforma a la tensión de red intermedia (23 kV) para luego el transformador N°2 (**Ver Gráfico 42**) elevar el voltaje a la tensión en la subestación de conexión del SEIN (138 kV).

Gráfico 42 - Transformador de Potencia



Transformador de Potencia 20 MVA, 23/138 kV

Fuente: Google

e. Interfaz de conexión a la red

Aquí es donde se exporta la electricidad a la red de la red. La subestación también tendrá la celda de interfaz de red requerida, como interruptores de circuito (CC) y desconexiones para la protección y el aislamiento de la planta de energía fotovoltaica, así como los equipos de medición. La subestación y el punto de medición a menudo son externos al límite de la planta de energía fotovoltaica y normalmente se encuentran en la propiedad del operador de la red.

Gráfico 43 - Estación de monitoreo/control



Fuente: Google

5.3.2 Número de equipos requeridos

a. Generación

- Generadores fotovoltaicos:

N°	=	$\frac{P_T}{P_M}$	=	$\frac{20\,000\text{ KWp}}{320\text{ Wp}}$	=	62500 Módulos
N° :	Número de módulos					
P_T :	Potencia Total					
P_M :	Potencia por módulo					

- Módulos en Serie:

N°	=	$\frac{V_{\text{Máx Inversor}}}{V_{\text{Máx Módulo}}}$	=	$\frac{800\text{ V}}{40.9\text{ V}}$	=	19.55 = 19 Paneles
N° :	Número de módulos en serie					
$V_{\text{Máx Inversor}}$:	Voltaje máximo de entrada del inversor					
$V_{\text{Máx Módulo}}$:	Voltaje máximo por cada módulo					

- Módulos en Paralelo (Cadenas):

N°	=	$\frac{P_{\text{Máx Generación}}}{P_{\text{Máx por cadena}}}$	=	$\frac{20\,000\,000\text{ W}}{19 \times 320\text{ Wp}}$	=	3289 = 3290 Cadenas
N° :	Número de módulos en cadena					
$P_{\text{Máx Generación}}$:	Potencia Total					
$P_{\text{Máx por cadena}}$:	Potencia máxima por cadena					

- Módulos por inversor:

N°	=	P_{Máx Inversor}	=	1 440 000 W	=	4500 Módulos / Inversor
		P_{Máx por módulo}		320 Wp		
N° : Número de módulos por inversor						
P_{Máx Inversor} : Potencia Máxima del inversor						
P_{Máx por módulo} : Potencia máxima por módulo						

b. Conversión

- Inversores:

N°	=	N° Paneles	=	62500	=	14 Inversores
		N° Paneles por inversor		4500		
N° : Número de inversores						
N° Paneles : Número total de paneles						
N° Paneles por inversor : Número de paneles por inversor						

- Número de cadenas por inversor:

N°	=	N° Cadenas	=	3290	=	234 cadenas/inversor
		N° inversores		14		
N° : Número de cadenas por inversor						
N° Cadenas : Número total de cadenas						
N° Inversores : Número total de inversores						

- Voltaje a la entrada de inversores:

V_{Ent Inv}	=	N_{m serie} * V_{prom mod}	=	19 * 37.3 = 708 V
V_{Ent Inv} : Voltaje de Entrada en Inversor				
N_{m serie} : Número de módulos en serie				
V_{prom mod} : Voltaje promedio por módulo				

- Rango de entrada de Voltaje según fabricante: **510 – 800 V**

- Amperaje en inversores:

A inversor	=	N° cadenas * A prom cadena	=	234 * 8.6 = 2010.4 A
A inversor	:	Amperaje en el inversor		
A prom cadena	:	Amperaje promedio por cadena		

- Máximo amperaje según fabricante: **2664 A**

c. Transformación

- Transformador 1 – 0.4 / 33 Kv:

P Trf 1	=	$\frac{\mathbf{P_{total}}}{\mathbf{N^{\circ} inversores}}$	=	$\frac{\mathbf{20\ 000\ KVA}}{\mathbf{14}}$	=	1428 KVA
P Trf 1	:	Potencia de transformador elevador número 1				
P total	:	Potencia total del sistema				
N° inversores	:	Número de inversores				

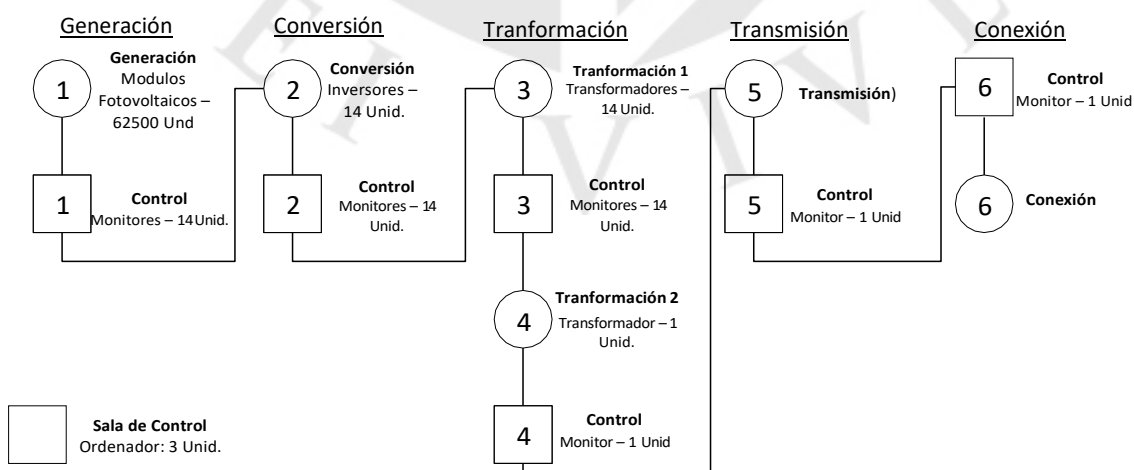
- Se recomienda Transformador de 1600 KVA

- Transformador 2 – 33 / 128 Kv:

P Trf 2	=	P Total sistema	=	20 000 KVA
----------------	---	------------------------	---	-------------------

d. Diagrama con cantidad de equipos requeridos por proceso

Gráfico 44 - Diagrama de proceso con equipos requeridos



Fuente: Elaboración Propia

Cuadro 13 - Resumen Equipos requeridos

Descripción	Cantidad
GENERADOR	62500
INVERSOR	14
TRANSF. ELEVADOR 1	14
TRANSF. ELEVADOR 2	1

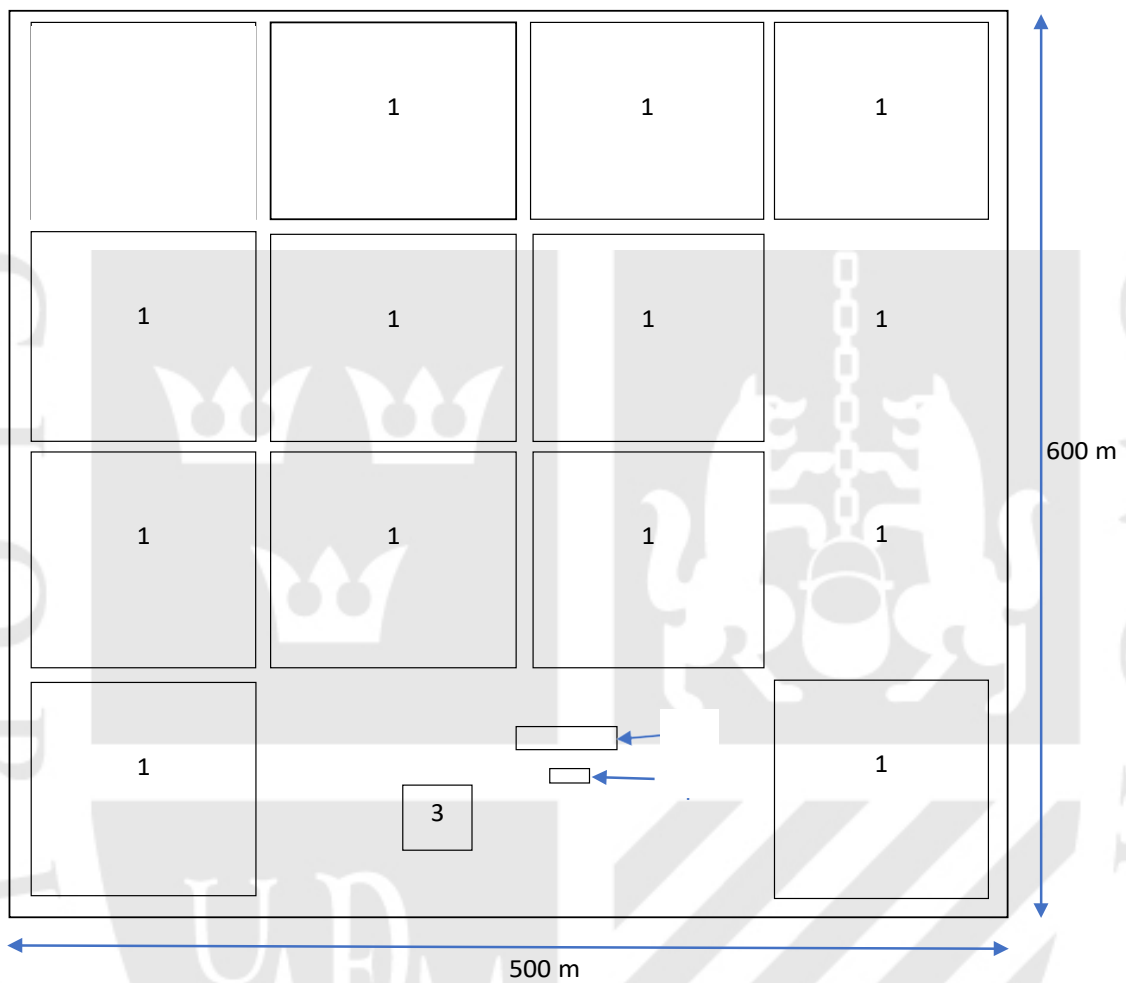
Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Área requerida

Terreno: 1.5 Ha/MW. Por lo cual se considerarán 30 Ha de terreno, para cubrir además de los paneles, las áreas de sala de control, subestación, servicios.

5.3.4 Layout de Planta

Gráfico 45 - Layout de Planta



Fuente: Elaboración Propia

- Descripción:
- 1. Generadores Fotovoltaicos.
- 2. Conversión y Transformación 1.
- 3. Transformación 2.
- 4. Sala de Control.

5.4. Características físicas

5.4.1 Infraestructura:

a. Módulo Fotovoltaico

Cuadro 14 - Característica física módulo fotovoltaico

Descripción	GENERADOR
Fabricante	Risen Solar Technology
Modelo	RSM-72-6-320
Tecnología	Silicio Policristalino
I_{PMP}	8.6 (A)
V_{PMP}	37.3 (V)
Capacidad	320 (W)

Fuente: www.risenenergy.com

b. Inversor

Cuadro 15 - Características físicas Inversor

Descripción	INVERSOR
Fabricante	SolarMax
Modelo	1440 TS-SV
Rango Voltaje	510-800 (VDC)
Potencia	1440 (Kw)
Voltaje salida	3 x 320 (VAC)
Máx. AC Current	1664 (A)
Efficiency	98%

Fuente: www.solarmax.com

c. Transformador Elevador 1

Cuadro 16 - Características físicas Transformador 1

Descripción	TRANSF. ELEVADOR 1
Fabricante	Daelim
Modelo	S 11 M
Voltaje entrada	0.4 (KV)
Voltaje salida	33 (KV)
Fases	3
Potencia	1600 (KVA)

Fuente: www.daelim-electric.com

d. Transformador Elevador 2

Cuadro 17 - Características físicas transformador 2

Descripción	TRANSF. ELEVADOR 2
Fabricante	G G
Modelo	SFSZ10 - 20 MVA/138KV
Voltaje entrada	33 (KV)
Voltaje salida	138 (KV)
Fases	3
Potencia	20 (MVA)

Fuente: www.daelim-electric.com

Salas de Control/Potencia: Para el control de la operación y la sala de potencia con equipamiento compacto que incluye los inversores, equipo de protección y control.

Sub Estación: para la elevación de la tensión al valor de la SE de conexión al SEIN, con la potencia requerida 20 MW.

5.4.2 Maquinarias y equipos

Construcción: Sistema de paneles fijos. Actualmente hay en el mercado sistemas que permiten optimizar el área de terreno requerido, con alta reducción de costos por mejoras en las instalaciones DC, instalación modular y la implementación de equipamiento de mantenimiento, que reduce los costos totales y extiende la vida hasta 25 años garantizados.

5.4.3 Mantenimiento

El principal mantenimiento que se debe dar a estas instalaciones es la limpieza de los paneles solares, principalmente por estar en zonas desérticas, el ensuciamiento de las superficies es alta y reduce la capacidad de captar la energía; en lugares donde existe fuente de suministro de agua se puede usar limpieza manual, de no contar con esta fuente o si es demasiado costosa, es conveniente instalar equipamiento para limpieza automatizada, que es incluso más económica que la anterior. Los otros equipos eléctricos deberán contar con un mantenimiento anual por ser equipos altamente usados en los sistemas eléctricos. Los costos de mantenimiento pueden llegar a ser muy bajos, si se

considera instalaciones diseñadas para limpieza automática, que son sistemas que requieren un volumen mínimo de agua y poca mano de obra.

Elementos	Frecuencia	Descripción
Paneles	Mensual	Limpieza de paneles con agua (sin agentes abrasivos ni instrumentos metálicos), es preferible que se realice fuera de las horas centrales del día, para evitar cambios bruscos de temperatura entre el agua y el panel (sobre todo en verano)
Paneles	Bimestral	Inspección visual de posibles degradaciones
Paneles	Trimestral	Control de temperatura del panel
Conexiones eléctricas	Anual	Revisar estado de conexiones: sulfatación, oxido, temperatura de conexiones y comprobar la toma tierra
Estructura soporte de paneles	Anual	Comprobación de estado de fijación, posibles degradaciones y deformaciones
Inversores	Mensual	Lectura de los datos archivados y de la memoria de fallos
Inversores	Semestral	Limpieza o recambio de las esteras de los filtros de entrada de aire. Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.
Puesta a tierra	Anual	comprobación de la continuidad eléctrica y reparación de los defectos encontrados en los distintos puntos de puesta a tierra
Puesta a tierra	Cada 2 años	Comprobación de la línea principal y derivadas de tierra, mediante inspección visual de todas las conexiones y su estado frente a la corrosión

5.5. Sistemas de Gestión

5.5.1 Sistema de Gestión de Calidad – ISO 9001-2015

El Sistema de Gestión de Calidad, es un conjunto de políticas, procesos, procedimientos documentados y registros. Toda esta documentación agrupa los requisitos fundamentales en la organización para que esta pueda prestar servicio al cliente y satisfacer las necesidades de todos los involucrados en el servicio.

La norma ISO 9001-2015 fundamenta su desarrollo en el enfoque a los procesos y como estos en conjunto desarrollan el servicio a prestar, además, la norma incorpora el ciclo PHVA que permite y asegura que los procesos de gestionen de manera correcta y se asegure la mejora continua como principal pilar, por último, la norma pone en práctica el pensamiento basado en riesgos que permite a la organización identificar aquellos

factores que ocasionan una desviación de los resultados planificados en los procesos de manera que se implementen controles preventivos para minimizar los efectos negativos. La revisión realizada el año 2015 de la norma es más flexible en cuanto a los requisitos de documentación, esto significa que ya no se requieren seis procedimientos obligatorios tal como los había en la versión previa de la Norma en el 2008. ISO 9001 ahora identifica numerosos registros que deben mantenerse, generados por los procesos del Sistema de Gestión de la Calidad. A continuación, presentamos los documentos y listamos los registros obligatorios descritos en la norma.

a. Documentos Obligatorios

- **Alcance del Sistema de Gestión de la Calidad:**
 - “El alcance del sistema de gestión de calidad de la planta de generación eléctrica con tecnología fotovoltaica incluye la generación de energía eléctrica obtenida por efecto solar para ser entregada a la red nacional de energía eléctrica del Perú (SEIN), cumpliendo los parámetros y condiciones establecidas en el contrato con el Ministerio de Energía y Minas (MEM) luego de haberse adjudicado la subasta”.
- **Política de Calidad:**
 - “Como empresa buscamos ser líderes en el sector energético, asegurando la gestión excelente de todos los procesos y recursos como una palanca imprescindible para la creación de valor para las personas, inversionistas cliente, empleados y los demás grupos de interés”.
- **Objetivos de Calidad y la Planificación para lograrlos:**
 - Elaborar y cumplir un programa de capacitación de por lo menos 20 horas al año para los operadores de planta y personal externo en temas relacionados al Sistema de Gestión de la Calidad y a las competencias directas de su puesto de trabajo.
 - Mantener por debajo de 3 los reportes de incidentes relacionados a valores eléctricos fuera de parámetros para todos los equipos de la planta durante los primeros 6 meses de operación.
 - Lograr mantener por encima de 0.25 el índice de factor de planta para mantener la eficiencia de la planta según el diseño.
- **Procedimiento para el Control de los Procesos, Productos y Servicios Suministrados Externamente (procesos subcontratados):**
 - Elaborar el procedimiento de control de procesos, productos y servicios de externos con el soporte de check list de cumplimiento de tareas y requisitos para la operación de la planta documentos a ser revisados por los operadores de planta.

b. Registros Obligatorios

Se ha preparado un listado de registros a ser rellenos, almacenados y revisados de manera obligatoria en planta según lineamientos de la norma ISO 9001-2015.

Cuadro 18 - Registros Obligatorios Norma ISO 9001-2015

Registros Obligatorios	Capítulo Norma ISO 9001-2015
Registro de Mantenimiento y Calibración de Equipos de Seguimiento y Medición	7.1.5.1
Registro de Competencia	7.2
Registro de Revisión de los Requisitos del Servicio	8.2.3.2
Registro de Nuevos Requisitos para Producto o Servicio	8.2.3.2
Registro de Entradas para el Desarrollo	8.3.3
Registro de Controles de Desarrollo	8.3.4
Registro de Evaluación de Proveedor Externo	8.4.1
Registro de Características de Producto/Servicio	8.5.1
Registro de Cambios en Propiedad del Cliente	8.5.3
Registro de Cambios en Producción y Provisión de Servicio	8.5.6
Evidencia de la Conformidad del Servicio	8.6
Registro de No Conformidad	8.7.2, 10.2.2
Información de la Evaluación del Desempeño	9.1.1
Programas y Resultados de Auditorías Internas	9.2.2
Resultados de la Revisión por parte de la Dirección	9.3
No Conformidades y Acción Correctiva	10.2.2

Fuente: Norma ISO 9001-2015

Estos son los documentos y registros que se requiere sean mantenidos por el Sistema de Gestión de la Calidad bajo la Norma ISO 9001, pero también se debería mantener cualquier otro registro que haya sido identificado como necesario para asegurar que el Sistema de Gestión pueda funcionar, y mejorar en el tiempo.

5.5.2 Sistema de Gestión Ambiental – ISO 14001

Para ser sostenibles, no es suficiente producir electricidad utilizando Recursos Energéticos Renovables (RER), sino también debemos asegurar que en nuestro proceso

de generación se usen con responsabilidad y cuidado los recursos naturales trabajando en armonía con el ecosistema y las comunidades locales.

Como en cualquier planta industrial, las plantas de generación de energía con RER son instalaciones industriales por lo que necesariamente debemos tener en cuenta el impacto en el medio ambiente q involucre la operación.

Tener implementado un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) significa que se busca minimizar el impacto sobre el medio ambiente y las comunidades locales que se encuentran alrededor de la planta de generación.

Nuestra misión como empresa de generación con RER es desarrollar la producción de electricidad a partir de fuentes renovables, protegiendo los recursos naturales, utilizándolos de manera eficiente, responsable y cuidando el ecosistema.

Las centrales de generación de energía como cualquier planta industrial necesitan de un estudio de impacto ambiental aprobado por el Ministerio de Energía y Minas (MEM) el cual tendremos como base durante el estudio de pre factibilidad y luego para certificar la Norma ISO 14001-2015.

Previo a cualquier operación es necesario definir la política ambiental de la compañía para que a partir de ella se puedan definir las estrategias a seguir para su cumplimiento dentro de las operaciones de generación de energía con RER.

- **Política Ambiental:**

- Los esfuerzos como empresa de generación con RER están principalmente enfocados a identificar, evaluar y controlar todos los factores que impliquen un impacto en el medio ambiente y de esta manera prevenir cualquier efecto negativo sobre el medio ambiente como resultado de nuestro proceso.

Para poder cumplir con la política es necesario identificar y poner en práctica las siguientes tareas:

- Cumplir con la normatividad ambiental aplicable según el país por medio del Ministerio de Ambiente (MINAM) y el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Autoridad Nacional del Agua (ANA).
- Evaluar y tomar medidas de control para minimizar el impacto de nuestras operaciones para con el medioambiente.
- Establecer objetivos medioambientales promoviendo la mejora continua como herramienta base.
- Supervisar el cumplimiento de la normatividad sobre los contratistas y proveedores involucrados en nuestra operación.

- Implementar la herramienta de reporte de incidentes como medio para registrar y prevenir la ocurrencia de futuros incidentes medioambientales.

Asimismo, se establecen procedimientos para la Prevención, Control y Mitigación de incidentes ambientales, tales como:

- Procedimiento de manejo de residuos.
- Procedimiento y registro de incidentes ambientales.
- Procedimientos de mitigación de incidentes/accidentes ambientales.
- Capacitación del personal en el Sistema de Gestión Ambiental.

Dentro de los principales lineamientos de la Norma ISO 14001-2015 encontramos tres aspectos a ser tomados en cuenta de manera obligatoria, como son:

- Perspectiva del ciclo de vida.
- Gestión de riesgos.
- Mejora del desempeño ambiental.

Es recomendable para la implementación de la norma, además del Sistema de Gestión Ambiental ya implementado, seguir los siguientes pasos:

1. Definir las responsabilidades relativas a la gestión ambiental.
2. Establecer y comunicar la política ambiental, o sea declarar formalmente el compromiso de la organización respecto de su desempeño ambiental. Esta política debe ser coherente y consistente con la estrategia general de la organización.
3. Identificar todos los aspectos ambientales de sus actividades, productos y servicios.
4. Relevar el marco legal y reglamentario, así como el modo en que aplica de manera precisa.
5. Evaluar los impactos ambientales correspondientes a las actividades y reconocer los que son significativos basados en la política ambiental adoptada.
6. Definir e implementar los procedimientos generales propios del sistema de gestión ambiental y específicos de la actividad desarrollada.
7. Seleccionar los indicadores clave de desempeño de los procesos, así como la metodología de medición de estos.
8. Implementar efectivamente todos los procesos definidos.
9. Monitorear la eficacia del sistema de gestión a través de los indicadores clave seleccionados y la aplicación de técnicas estadísticas.
10. Aplicar acciones correctivas basados en el análisis de los resultados y acciones preventivas basadas en la política ambiental.

Fuente: www.iso.org

La norma ISO 14001 en su versión 2015 asegura a las organizaciones la integración de la gestión ambiental con las estrategias de negocio. Esta ha sido desarrollada para optimizar el rendimiento del Sistema de Gestión Ambiental ya implementado.

5.5.2 Sistema de Gestión Seguridad y Salud Ocupacional – OHSAS 18001

Establecer políticas responsables sobre seguridad y salud en el trabajo es muy importante para los empleados y a la vez para el cliente y todas las partes interesadas, obtener una certificación OHSAS 18001 es una muestra del compromiso de una empresa para con sus empleados.

La certificación OHSAS 18001 permite a las empresas gestionar los riesgos asociados a la operación y a la vez buscar un mayor rendimiento. La Norma ofrece herramientas para poder evaluar la salud y seguridad teniendo en cuenta evitar accidentes, reducir los riesgos y el bienestar de los colaboradores.

La norma al ser implementada y certificada muestra resultados en los siguientes temas:

- Crear las mejores condiciones de trabajo posibles en toda su organización
- Identificar los riesgos y establecer controles para gestionarlos
- Reducir el número de accidentes laborales y bajas por enfermedad para disminuir los costes y tiempos de inactividad ligados a ellos
- Comprometer y motivar al personal con unas condiciones laborales mejores y más seguras
- Demostrar la conformidad a clientes y proveedores

La norma OHSAS 18001:2007 trata de los siguientes puntos clave:

- Identificación de peligros, evaluación de riesgos y establecimiento de controles
- Requisitos legales y de otro tipo
- Objetivos y programa(s) de OHS
- Recursos, funciones, responsabilidad, rendición de cuentas y autoridad
- Competencia, formación y concienciación
- Comunicación, participación y consulta
- Control operativo
- Disponibilidad y respuesta ante emergencias
- Medición, seguimiento y control del rendimiento

Es obligatorio cumplir con los siguientes puntos:

- Política de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Reglamento Interno de Seguridad y Salud Ocupacional.
- Informes y procedimientos de Seguridad y Salud Ocupacional.

Como empresa generadora de energía eléctrica con RER, hemos identificado como el factor más crítico dentro de nuestras operaciones el riesgo eléctrico por el cuál vamos a determinar lo siguiente:

- **Gestión de riesgos, planificación y prevención**

Buscamos gestionar el riesgo y su planificación lo que nos da por resultado la prevención, la cual cumple los requerimientos normativos legales del estado peruano y la política de nuestra empresa. Asimismo, es nuestro deber asegurar que nuestro personal y contratistas y proveedores cuente con las capacidades y competencias mínimas necesarias para poder ejecutar sus actividades de forma segura complementando esto con un programa de capacitación continua y entrenamiento.

- **Verificación y seguimiento**

Para asegurar que los controles y requerimientos se cumplan conforme a las políticas y procedimientos se propone las siguientes actividades:

1. Inspecciones periódicas e inopinadas a las instalaciones, equipos y oficinas.
2. Observación de tareas y seguimiento a los exámenes médicos y enfermedades ocupacionales.
3. Monitoreos para la revisión de ruido, iluminación, radiación, polvo, temperatura.
4. Auditorias técnicas para asegurar el cumplimiento de requerimientos legales y normativos.

- **Prevención de accidentes, incidentes y enfermedades**

Es primordial el reporte y tratamiento de todos los accidentes, incidentes o enfermedades que se produzcan en el desarrollo de las actividades, con la finalidad de analizarlos, corregirlos y prevenir un nuevo evento.

5.6. Cronograma de Implementación del Proyecto

Actividades	MES 1	MES 2	MES 3	MES 12
Diagnóstico	X			
Programa de implementación	X			
Planificación	X			
Diseño de sistema fotovoltaico	X			
Tecnología de equipos a utilizar	X			
Instalación		X	X	
Modalidades de financiamiento y tarifas				X
Presentación del proyecto				X

CAPÍTULO 6: ASPECTOS LEGALES Y ORGANIZACIONALES

6.1. Aspecto legal

6.1.1 Tipo de Sociedad

- **Tipo de organización:** Sociedad Anónima Cerrada
- **Clasificación:** Mediana Empresa
- **CIUU Clase 40119:** Generación de energía n.c.p (incluye la producción de energía eléctrica mediante fuentes de energía solar, biomasa, eólica, geotérmica, mareomotriz, etc)

6.1.2 Tributos

Se ha establecido un esquema de devolución de impuestos en los proyectos de RER, así como un mecanismo de depreciación acelerada de hasta el 20% de los gastos de inversión en maquinaria, equipo y obras de construcción civil, que influye en la determinación de la base imponible para efectos tributarios. Asimismo, los generadores de RER cuentan con el beneficio de la devolución adelantada del Impuesto General a las Ventas (IGV). Mediante el sistema de subastas, las empresas RER que ganan la licitación tienen una garantía sobre sus ingresos anuales, que es financiada por todos los consumidores de electricidad del país (IEA, Perú, 2017).

6.1.3 Normas Legales

El Gobierno peruano en atención a los compromisos asumidos para la reducción de sus emisiones de gas de efecto invernadero, emitió en el 2008 un marco normativo especial para viabilizar la inversión en generación de electricidad de fuentes renovables y su participación en el mix energético del país.

- **Sobre la clasificación de la empresa:**

En nuestro país, la diferenciación acerca de estos tres tipos de empresas está dada por la Ley 30056, Ley de Impulso al Desarrollo Productivo y al Crecimiento Empresarial, publicada el 2 de julio del año 2013.

A diferencia de antes, dicha diferenciación ya no está dada por el número de trabajadores y el nivel de ventas anuales (medido en Unidades Impositivas Tributarias-UIT), sino únicamente por este último criterio. Así:

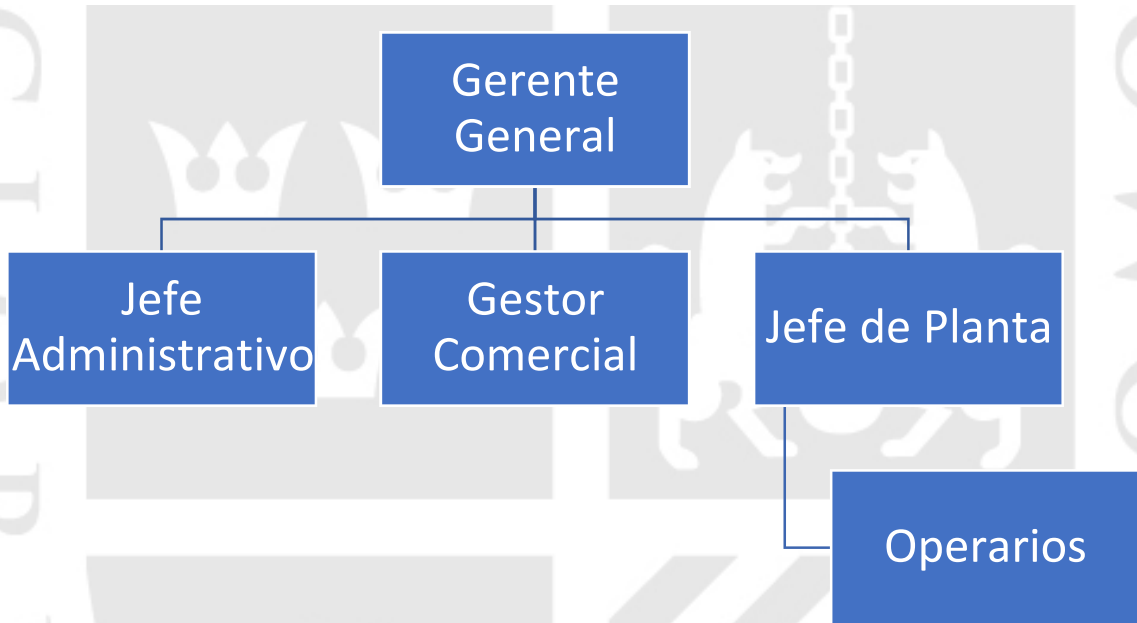
- Se denomina Microempresa a aquella cuyas ventas anuales no exceden de 150 UIT.
- Se denomina Pequeña Empresa a aquella cuyas ventas anuales sobrepasan las 150 UIT pero no exceden de 1,700 UIT.
- Se denomina Mediana Empresa a aquella cuyas ventas anuales sobrepasan las **1,700 UIT (S/. 7 055 000)** pero no exceden de 2,300 UIT (S/. 9 545 000).

Nota: Ingreso anual por venta de energía, S/. 7 064 064.00.

6.2. Aspecto organizacional

6.2.1. Diseño de la estructura organizacional

Organigrama



Fuente: Elaboración propia.

6.2.2 Requerimientos del Personal

a. Gerente General

- OBJETIVO DEL PUESTO

Definir la organización y estrategias de la empresa, liderándola hacia el logro de sus objetivos de negocio en volúmenes y cumplimiento de sus metas y rentabilidad, a

través de procesos eficientes que aseguren su continuidad en el tiempo, a la vez que se cumplen los objetivos de satisfacción de clientes y empleados.

- DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

Corresponde al Gerente General:

1. Liderar la revisión de presupuestos por área a fin de asegurar el logro de los resultados de la empresa.
2. Definir la organización de la empresa a fin de lograr una claridad en las responsabilidades y sinergia entre funciones.
3. Asegurar que se defina la estrategia de cobertura por área a fin de garantizar su eficiencia para el logro de los objetivos.
4. Dirigir la encuesta de satisfacción de clientes, así como la encuesta de clima laboral, e identificar áreas de mejora.
5. Realizar la revisión operativa mensual en comités de trabajos a fin de tomar acciones correctivas para el logro de los objetivos del negocio.
6. Definir la política de compensaciones de la organización a fin de mantener al mejor recurso humano.
7. Ser responsable por la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de cada uno de los equipos de trabajo que lidera.
8. Participar en la disminución del nivel de riesgos de lesiones y enfermedades ocupacionales, así como la prevención de la contaminación del medio ambiente en el cual se desarrollan sus actividades
9. Cumplir con el Reglamento Interno de Trabajo, Reglamento SSOMA, las Pautas de Conducta en los Negocios, así como con otras normas, y documentos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, establecidos por la organización.
10. Realizar otras funciones que le sean asignadas por el superior inmediato dentro del ámbito de sus responsabilidades.

- RELACIONES DEL PUESTO.

Dependencia Jerárquica:	<ul style="list-style-type: none"> • Directorio
Supervisión Jerárquica:	<ul style="list-style-type: none"> • Jefe de Operaciones • Jefe Comercial • Jefe Administrativo
Coordinaciones Internas:	<ul style="list-style-type: none"> • Todas las Jefaturas
Coordinaciones Externas:	<ul style="list-style-type: none"> • Inversionistas. • Accionistas

- REQUISITOS DEL PUESTO

- **Educación:** De preferencia profesional en Ciencias económicas, leyes, ingeniería o afines.
- **Experiencia:** Deseable 10 años en puestos de decisión, en empresas multinacionales y/o corporativas.

- **Formación / Especializaciones (si lo requiere el puesto):** Deseable MBA o afines.
- **Formación / Especializaciones en SSOMA:** Revisar la Matriz de Actividades y Competencias Críticas

NOTA: En caso de que el personal no cuente con la formación o especialización SSOMA señalada, la organización deberá brindársela antes de desarrollar aquellas tareas que involucren riesgos no aceptables

- **Conocimientos**

CONOCIMIENTOS DESEABLES
1. Finanzas, Contabilidad, flujo de Caja.
2. Control de valores, control de riesgos de contratos.
3. Procesos comerciales.

- **Habilidades (Competencias Corporativas)**

COMPETENCIAS CORPORATIVAS	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Liderazgo Individual				X
Enfoque en el Servicio al Cliente				X
Compromiso con el Equipo				X
Iniciativa				X
Eficiencia				X

- **Otros Requisitos**

Licencia de Conducir	• Si Aplica
----------------------	-------------

- **CONDICIONES DE TRABAJO**

Ambiente de trabajo:	• Oficinas
Riesgos Inherentes	• Riesgos mínimos y de ergonomía.
Materiales y Equipos	• Computadora personal, Celular, Equipos de oficina.
Sistemas de Información	• Software especializado

b. Jefe Administrativo

- OBJETIVO DEL PUESTO

Gestionar y administrar de manera eficiente los recursos de la planta, así como de la compañía para su correcto funcionamiento administrativo,

- DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

Corresponde al Jefe de Administración

1. Gestionar la Administración de la Planta fomentando el trabajo en equipo y dando el soporte administrativo y logístico necesario para reducir los tiempos de atención a los requerimientos.
2. Controlar los costos y gastos de la Planta, así como elaborar reportes mensuales los cuales serán revisados por la Gerencia General.
3. Elaborar y Analizar KPI's de gestión logística en los Almacenes de herramientas, Epp's e insumos necesarios para el funcionamiento de la Planta.
4. Elaborar, actualizar y mejorar los procedimientos administrativos
5. Ser responsable por la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de cada uno de los equipos de trabajo que lidera.
6. Participar en la disminución del nivel de riesgos de lesiones y enfermedades ocupacionales, así como la prevención de la contaminación del medio ambiente en el cual se desarrollan sus actividades
7. Cumplir con el Reglamento Interno de Trabajo, Reglamento SSOMA, las Pautas de Conducta en los Negocios, así como con otras normas, y documentos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, establecidos por la organización.
8. Realizar otras funciones que le sean asignadas por el superior inmediato dentro del ámbito de sus responsabilidades.

- RELACIONES DEL PUESTO.

Dependencia Jerárquica:

Supervisión Jerárquica:

Coordinaciones Internas:

Coordinaciones Externas:

- Gerente General
- No aplica
- No Aplica
- Correspondencia

- REQUISITOS DEL PUESTO

- **Educación:** Administración o carreras afines
- **Experiencia:** Con 4 años en labores similares.
- **Formación / Especializaciones (si lo requiere el puesto):** No Aplica.
- **Formación / Especializaciones en SSOMA:** Revisar la Matriz de Actividades y Competencias Críticas.

NOTA: En caso de que el personal no cuente con la formación o especialización SSOMA señalada, la organización deberá brindársela antes de desarrollar aquellas tareas que involucran riesgos no aceptables.

- **Conocimientos**

CONOCIMIENTOS DESEABLES

1. Costos y presupuestos
2. Administración de Recursos
3. Procesos administrativos
4. Gestión administrativa de plantas.

- **Habilidades (Competencias Corporativas)**

COMPETENCIAS CORPORATIVAS

Liderazgo Individual

Enfoque en el Servicio al Cliente

Compromiso con el Equipo

Iniciativa

Eficiencia

Nivel 1

Nivel 2

Nivel 3

Nivel 4

X

X

X

X

X

- **Requisitos Físicos**

Esfuerzo Físico

Complexión Física:

- No Aplica

- Buena Salud, y estado Físico

- **Otros Requisitos**

Licencia de Conducir

- No indispensable.

CONDICIONES DE TRABAJO

Ambiente de trabajo:

Riesgos Inherentes

Materiales y Equipos

Sistemas de

Información

- Oficinas y Planta

- Riesgos medios por sus actividades, viajes.

- Computadora personal, teléfono, Epp's

- Software especializado propio de la compañía.

c. Jefe de Operaciones

- OBJETIVO DEL PUESTO

Supervisar y liderar los servicios de mantenimiento, asistencia técnica, soporte, reparaciones y reclamos de garantía de la planta, según lo acordado y especificado con el cliente. El servicio debe ser realizado con seguridad y alta calidad. Se debe asegurar la satisfacción del cliente y cumplimiento de los objetivos de producción.

- DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

Corresponde al Jefe de Operaciones:

1. Ser el líder más visible y responsable de SSOMA y de Controles y Cumplimiento dentro del personal que dirige, así como de los que operen dentro de la planta, liderando la aplicación de la estrategia y los programas que el área de SSOMA o el área de Control y Cumplimiento hayan desarrollado.
2. Debe ejecutar los trabajos de la planta con orientación al cumplimiento de lo programado, buscando superar las expectativas.
3. Los trabajos deberán ser ejecutados promoviendo el uso eficiente de los recursos humanos y materiales que impliquen reparar o cambiarse, así como presentar soluciones de valor
4. Ser responsable de los resultados del plan de Mantenimiento de la planta y generar feedback a las áreas correspondientes.
5. Promover una relación de confianza y colaboración entre los colaboradores y personal que trabaje en la planta, buscando elevar el nivel de desempeño y satisfacción.
6. Resolver y asesorar al cliente minero en temas técnicos acerca de sus equipos a fin de brindar una alta disponibilidad de equipos.
7. Realizar la revisión y seguimiento de los KPIs de la planta.
8. Compartir la responsabilidad de los resultados globales con los clientes para lo cual deberá trabajar en equipo con sus pares y lograr consenso en la estrategia de cada cliente y ejecutarla según lo pactado.
9. Buscar la mayor eficiencia operacional por medio de la supervisión y administración de los COSTOS y GASTOS.
10. Ser responsable de los resultados de clima laboral dentro del área
11. Ser responsable por la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de cada uno de los equipos de trabajo que lidera.

12. Participar en la disminución del nivel de riesgos de lesiones y enfermedades ocupacionales, así como la prevención de la contaminación del medio ambiente en el cual se desarrollan sus actividades
13. Liderar la ejecución y aplicación del Reglamento Interno de Trabajo, Reglamento SSOMA, las Pautas de Conducta en los Negocios, así como con otras normas, y documentos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, establecidos por la organización.
14. Realizar otras funciones que le sean asignadas por el superior inmediato dentro del ámbito de sus responsabilidades.

- RELACIONES DEL PUESTO.

Dependencia Jerárquica:

Supervisión Jerárquica:

Coordinaciones Internas:

Coordinaciones Externas:

- Gerencia General
- Operarios
- Administración
- Comercial
- Back Office.
- Clientes
- Proveedores

- REQUISITOS DEL PUESTO

- **Educación:** Profesional en Ingeniería Mecánica - Eléctrica
- **Experiencia:** De preferencia con 5 años en la industria energética, con labores de gestión de operación de equipos eléctricos, manejo de personal, gestión de indicadores, etc.
- **Formación / Especializaciones (si lo requiere el puesto):** Formación como Black-Belt, Mejora Continua, Procesos, Controles y Administración.
- **Formación / Especializaciones en SSOMA:** Revisar la Matriz de Actividades y Competencias Críticas.

NOTA: En caso de que el personal no cuente con la formación o especialización SSOMA señalada, la organización deberá brindársela antes de desarrollar aquellas tareas que involucran riesgos no aceptables.

- **Competencias:** relaciones con los clientes, empatía, buena comunicación, orientado a resultados y a los clientes, trabajo en equipo, astucia interpersonal, manejo de conflictos.

CONOCIMIENTOS DESEABLES
1. Gestión y planificación de equipos.
2. Operación, estructura y función de equipos.
3. Gestión de las relaciones con los Clientes

4. Administración de Recursos, costos y gastos.

• **Habilidades (Competencias Corporativas)**

COMPETENCIAS CORPORATIVAS	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Liderazgo Individual				X
Enfoque en el Servicio al Cliente				X
Compromiso con el Equipo			X	
Iniciativa			X	
Eficiencia			X	
Marcar con una X				

• **Requisitos Físicos**

Esfuerzo Físico

Complexión Física:

- No aplica
- Buena salud y estado físico.
-

• **Otros Requisitos**

Licencia de Conducir

- Si, A2 de preferencia.

• **Condiciones de trabajo**

Ambiente de trabajo:	• Oficinas y proyecto.
Riesgos Inherentes	• Riesgos moderados por zonas de trabajo.
Materiales y Equipos	• Computadora personal, celular, Equipos de oficina.
Sistemas de Información	• Software especializado.

d. Gestor Comercial

- OBJETIVO DEL PUESTO

Establecer y mantener líneas de comunicación y gestión entre el cliente y la empresa.

- DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES

Corresponde al Gestor Comercial:

1. Ser la cara visible con el cliente, concepto que implica liderar una organización dedicada al cliente no siendo el jefe directo de la misma. Será la cara visible de la organización desde el punto de vista comercial y de coordinación con el cliente.
2. Es responsable de facilitar que todas las áreas del cliente puedan relacionarse adecuadamente.
3. Planificar y organizar reuniones mensuales para el análisis de la gestión y mejora continua a fin de Identificar los puntos de mejora en la gestión.
4. Evaluar y comunicar periódicamente las condiciones del negocio y del mercado, analizar las tendencias, oportunidades y los riesgos del mercado a través de herramientas de proyección y procesos.
5. Mantener una estrecha comunicación con el cliente para conocer las necesidades de los clientes y sus reclamos de nuestra gestión y así buscar su pronta atención.
6. Ser responsable por la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente de cada trabajo que lidera.
7. Participar en la disminución del nivel de riesgos de lesiones y enfermedades ocupacionales, así como la prevención de la contaminación del medio ambiente en el cual se desarrollan sus actividades
8. Cumplir con el Reglamento Interno de Trabajo, Reglamento SSOMA, las Pautas de Conducta en los Negocios, así como con otras normas, y documentos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, establecidos por la organización.
9. Realizar otras funciones que le sean asignadas por el superior inmediato dentro del ámbito de sus responsabilidades.

- RELACIONES DEL PUESTO.

Dependencia Jerárquica:

Supervisión Jerárquica:

Coordinaciones Internas:

Coordinaciones Externas:

- Gerente General
- No aplica
- Back office
- Clientes
- Proveedores si es necesario

- REQUISITOS DEL PUESTO

- **Educación:** Profesional en Ingeniería mecánica, eléctrica, industrial o afines.
- **Experiencia:** Con 5 años en labores similares, en el sector de comercialización de energía.
- **Formación / Especializaciones (si lo requiere el puesto):** Deseable con certificación en Six Sigma nivel Black belt o en proceso.
- **Formación / Especializaciones en SSOMA:** Revisar la Matriz de Actividades y Competencias Críticas

NOTA: En caso de que el personal no cuente con la formación o especialización SSOMA señalada, la organización deberá brindársela antes de desarrollar aquellas tareas que involucran riesgos no aceptables.

- **Conocimientos**

CONOCIMIENTOS DESEABLES

1. Conocimiento del sector energético y licitaciones con el Estado
2. Manejo del Cambio y Planeamiento estratégico.
3. Marketing
4. Conocimiento del mercado internacional y nacional
5. Mejora Continua.

- **Habilidades (Competencias Corporativas)**

COMPETENCIAS CORPORATIVAS

	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Liderazgo Individual			X	
Enfoque en el Servicio al Cliente			X	
Compromiso con el Equipo			X	
Iniciativa		X		
Eficiencia			X	

Marcar con una X

- **Competencias blandas**

Debe ser capaz de liderar un equipo multifuncional sin ser el jefe de ellos. Debe representar a la empresa en todo su contexto, tener excelente comunicación (oral y escrita), pensamiento conceptual, astucia interpersonal, capaz de resolver conflictos, persuasión e influencia, crear relaciones de confianza y tener empatía con el cliente. Tener flexibilidad pero con la personalidad suficiente y confianza en sí mismo para mantener una posición firme cuando se requiere. Habilidad para preparar y realizar presentaciones efectivas y de alto impacto.

- **Requisitos Físicos**
 - Esfuerzo Físico**
 - No Aplica
 - Compleción Física:**
 - Buena salud y estado
- **Otros Requisitos**
 - Licencia de Conducir**
 - Si, A1

- **CONDICIONES DE TRABAJO**

- | | |
|--------------------------------|--|
| Ambiente de trabajo: | • Oficinas y Campo. |
| Riesgos Inherentes | • Riesgos moderados por zonas de trabajo. |
| Materiales y Equipos | • Computadora personal, celular, Equipos de oficina. |
| Sistemas de Información | • Office a nivel usuario |

e. Operador

- **OBJETIVO DEL PUESTO**

Realizar el diagnostico de problemas mecánicos y/o eléctricos de cualquier tipo de la planta, además de realizar el respectivo análisis de fallas. Así como operar los cuartos de control.

- **DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES**

Corresponde al Operador

1. Desmontar e instalar generadores, efectuar el análisis de instalaciones eléctricas para diagnosticar problemas que comprendan varios sistemas de la instalación.
2. Realizar ajustes y regulaciones de parámetros eléctricos críticos de los controles.
3. Realizar Análisis de Falla especiales, de diagnóstico complejo en tableros de transferencia
4. Usar apropiadamente los Manuales especializados,
5. Monitorea y opera un panel Master Control.
6. Participar en la disminución del nivel de riesgos de lesiones y enfermedades ocupacionales, así como la prevención de la contaminación del medio ambiente en el cual se desarrollan sus actividades
7. Cumplir con el Reglamento Interno de Trabajo, Reglamento SSOMA, las Pautas de Conducta en los Negocios así como con otras normas, y documentos de seguridad, salud ocupacional y medio ambiente, establecidos por la organización.

8. Realizar otras funciones que le sean asignadas por el superior inmediato dentro del ámbito de sus responsabilidades.

- RELACIONES DEL PUESTO.

Dependencia Jerárquica:	• Jefe de Operaciones
Supervisión Jerárquica:	• No Aplica.
Coordinaciones Internas:	• Jefe de Administración
Coordinaciones Externas:	• No Aplica.

- REQUISITOS DEL PUESTO

- **Educación:** Técnica
- **Experiencia:** Con 5 años en labores similares
- **Formación / Especializaciones:** En Sistemas Eléctricos, Mecatrónica o afines.
- **Formación / Especializaciones en SSOMA:** Revisar la Matriz de Actividades y Competencias Críticas

NOTA: En caso de que el personal no cuente con la formación o especialización SSOMA señalada, la organización deberá brindársela antes de desarrollar aquellas tareas que involucran riesgos no aceptables.

• **Conocimientos**

CONOCIMIENTOS DESEABLES
Sistema de control eléctrico y electrónico
Sistemas de control de Potencia Eléctrico
Sistema de redes de Transmisión Eléctrica

- **Habilidades (Competencias Corporativas)**

COMPETENCIAS CORPORATIVAS	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4
Liderazgo Individual				X
Enfoque en el Servicio al Cliente				X
Compromiso con el Equipo				X
Iniciativa			X	
Eficiencia			X	
Marcar con una X				

- **Requisitos Físicos**

Esfuerzo Físico	<ul style="list-style-type: none"> • Si, Carga hasta 10kgs.
Compleción Física:	<ul style="list-style-type: none"> • Buena salud y estado físico.

- **Otros Requisitos**

Licencia de Conducir	<ul style="list-style-type: none"> • A1, indispensable
-----------------------------	---

- **CONDICIONES DE TRABAJO**

Ambiente de trabajo:	<ul style="list-style-type: none"> • Oficinas y Campo
Riesgos Inherentes	<ul style="list-style-type: none"> • Riesgos altos por sus labores y zonas de trabajo.
Materiales y Equipos	<ul style="list-style-type: none"> • Epp's, Herramientas básicas, computadora de servicio.
Sistemas de Información	<ul style="list-style-type: none"> • Office

CAPÍTULO 7: PLANIFICACIÓN FINANCIERA

7.1 Inversión del proyecto

- Datos importantes a tomar en cuenta:

- **Oferta Económica:** Precio propuesto en la subasta para el pago por cantidad de energía eléctrica inyectado al SEIN en un periodo anual.

Oferta Económica	
42.00	USD MWh

- **Energía Ofertada Anual:** Cantidad de energía a ser inyectada al SEIN.

Energía Ofertada Anual	=	CP * HA * FP	=	20 * 8760 * 0.3	=	52560 MWh
CP : Capacidad de Planta						
HA : Horas anuales						
FP : Factor de Planta						

Donde el Factor de Planta fue hallado tomando en cuenta las últimas 4 plantas solares instaladas en el Perú y dentro del área donde se propone instalar la presente planta.

Planta	F.P
Moquegua Solar	0.305
Tacna Solar	0.269
Intipampa	0.3017
Rubi	0.3278
Promedio	0.300875

- **Ingreso Anual:** Ingreso por concepto de pago por energía eléctrica inyectada al SEIN.

Ingreso Anual	=	EOA * OE	=	52560 * 42.00	=	\$2,207,520.00
EOA : Energía Ofertada Anual						
OE : Oferta Económica						

- **IA = S/. 7 064 064.00**

7.1.1 Inversión en Activos Fijos Tangibles

Tabla 6 - Inversión Activos fijos tangibles

Acondicionamiento Terreno			
Oficinas	1	\$30,000	\$30,000
Cerco	2200	\$20	\$44,000
Preparacion Terreno	1	\$20,000	\$20,000
Sub-Total Equipamiento Oficina			\$94,000.00
Contingencias	1%		\$940.00
Total Equipamiento Oficina			\$94,940.00
Costo de equipamiento Planta			
Generador	62500	\$65.00	\$4,062,500
Inversor	14	\$15,000	\$210,000
Transf. Elevador1	14	\$5,000	\$70,000
Transf. Elevador2	1	\$300,000	\$300,000
Sensores Radiación	5	\$76	\$378
Sensor Tempertura	10	\$51	\$510
Sensor P-I-V.	10	\$128	\$1,275
PLC	1	\$1,275	\$1,275
Soportes	1562.5	\$50	\$78,125
Sub-Total Equipamiento Planta			\$4,724,063.25
Contingencias	1%		\$47,240.63
Total Equipamiento Planta			\$4,771,303.88
Equipamiento Oficinas			
Mueblería y acabados	1	\$12,000	\$12,000
Materiales de oficina	1	\$3,000	\$3,000
Sub-Total Equipamiento Oficina			\$15,000.00
Contingencias	1%		\$150.00
Total Equipamiento Oficina			\$15,150.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 - Resumen Activos Fijos

Concepto	Costo Total (U\$)
Acondicionamiento de Terreno (Obra Civil)	\$94,940
Costos de equipamiento de Planta	\$4,771,304
Equipamiento Oficinas	\$15,150
Costo Total (U\$)	4,881,394

Fuente: Elaboración propia.

7.1.3 Inversión en Capital de Trabajo

Tabla 8 - Inversión en Capital de Trabajo

Conceptos	Mensual	Numero de Meses	Costo total (U\$) Anual
Jefe de Proyecto	10000	12	37,500
Contratista de Ejecución	100000	12	375,000
Alquiler Terreno	15000	1	4,688
Total Costo de Capital de Trabajo (U\$)			417,188
		Contingencia	1%
		S/.	4171.875
		\$	421,359

Fuente: Elaboración propia.

7.1.4 Inversión Total

Tabla 9 - Inversión Total

Concepto	Costo Total
Activo Fijo Tangible	4,881,394
Capital de Trabajo	421,359
Costo Total (U\$)	5,302,753

Fuente: Elaboración propia.

7.2 Financiamiento

7.2.1 Estructura de Financiamiento

Tabla 10 - Inversión Total

Inversión Total		5,302,753
Préstamo	95%	5,037,616
Financiamiento Personal	5%	265,138

Fuente: Elaboración propia.

7.2.2 COK y WACC

Tabla 11 - Datos para Cálculo de COK y WACC

Arithmetic Average	Rm S&P 500 (includes dividends)	3-month T.Bill	Rf Return on 10-year T. Bond
1928-2017	11.53%	3.44%	5.15%
1968-2017	11.41%	4.82%	7.17%
2008-2017	10.27%	0.42%	4.29%
Tasa Libre de Riesgo Rf		5.15%	
Tasa Libre de mercado Rm		11.53%	
Tasa impositiva		29.5%	
Beta Desapalancado		0.69	
Razon D/E		19	
Riesgo país		1.38%	
TREA		4.55%	

Fuente: Elaboración propia.

- TREA:

TASAS DE INTERÉS (Mediana Empresa)	
Banco	Tasa anual (%)
Continental	6.49%
Crédito	6.14%
Financiero	9.22%
Santander	7.24%
Interbank	6.02%
Mibanco	10.04%
Scotiabank	4.55%

Fuente: <http://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>

Tabla 12 - Cálculo del COK y WACC

Beta Apalancado	9.93255
$\beta_L = \beta_u \times \left[1 + \frac{D}{P} \times (1 - t) \right]$	
COK o Ke	69.86%
$k_e = k_{LR} + (k_m - k_{LR})\beta_j + \text{Riesgo}_{\text{país}}$	
WACC	6.54%
$WACC = W_d \times r_d \times (1 - t) + W_s \times r_e$	

Fuente: Elaboración propia.

7.3 Presupuestos de ingresos y egresos

7.3.1 Presupuesto de Ingresos y Egresos

Tabla 13 - Presupuesto de Ingresos y Egresos

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038
INGRESOS																				
MW/h	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560	52,560
Costo Unitario (U\$/MW)	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00	42.00
Total (S/.)	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520
EGRESOS																				
Costos de Producción (S/.)	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552	333,552
Mano de Obra Directa	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180
Mantenimiento	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000
Mano de Obra Producción	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180	111,180
Renta (%Área)	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938	30,938
Gastos Administrativos (S/.)	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435	191,435
Agua Administración	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Suministro TI	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060	6,060
Mano de Obra Administrativa	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062	100,062
Limpieza y Vigilancia	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000	75,000
Renta (%Área)	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313	313

Fuente: Elaboración propia.

7.3.2 Presupuesto de Costos

- Mano de Obra

Tabla 14 - Mano de Obra directa

MANO DE OBRA DIRECTA			21000
Cargo	Salario (S./mes)	Costo Total Unitario (S./)	\$
Jefe de Planta	8,000	142,310	
Operario (4)	12,000	213,466	
Total Gasto Personal (S./)		355,776	111180

Fuente: Elaboración propia.

- Beneficios sociales

Tabla 15 - Beneficios Sociales

II BENEFICIOS Y LEYES SOCIALES	
2.- Leyes Sociales:	
EsSALUD	9.00%
Seguro Comp. De T. Riesgo	1.00%
Seguro Comp. De T. Riesgo	1.00%
Total Leyes Sociales	11.00%
2.2.- Beneficios Sociales:	
C.T.S	8.33%
Vacaciones	8.33%
Aportaciones sobre Vacacio	0.84%
Gratificaciones	16.67%
Aportaciones Sobre Gratifica	1.68%
C.T.S. - Gratificaciones	1.39%
Total Beneficios Sociales	37.24%
Total Leyes y Beneficios	48.24%

Fuente: Elaboración propia.

7.3.3 Presupuesto de Gastos

- Suministro TI

Tabla 16 - Suministro TI

Computadoras (renta)			
Sub-Total Computadoras	6	\$1,000.00	\$6,000
Contingencias	1%		\$60.00
Total Computadoras			\$6,060.00

Fuente: Elaboración propia.

- Mano de Obra Administrativa

Tabla 17 - Mano de Obra administrativa

MANO DE OBRA ADMINISTRATIVA		
Cargo	Salario (S./mes)	Costo Total Unitario (S./)
Gerente General	10,000	177,888
Jefe Comercial	5,000	88,944
Jefe Administrativa	3,000	53,366
Total Gasto Personal Administrativo (S./)		320,198
		100062

Fuente: Elaboración propia.

7.4 Punto de Equilibrio Operativo

- Con una Oferta económica de:

Oferta Económica	
23.10	USD MWh

Obtenemos un valor del TIR de 6.535 y el WACC de 6.54 Con lo cual no tendríamos pérdidas ni ganancias, por lo que establecemos \$ 23.10 MWh como el punto de equilibrio operativo.

7.5 Estados Financieros

7.5.1 Estado de Pérdidas y Ganancias

Tabla 18 - Estado de Ganancias y Pérdidas

ESTADO DE RESULTADOS (EGP)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Ventas	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520
Costo de Ventas	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)
Utilidad Bruta	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968	1,873,968
Gastos Administrativos	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)
Depreciación	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)
Amortización de Activos Intangibles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad Operativa	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464	1,438,464
Gastos Financieros netos (Intereses)	(229,212)	(221,943)	(214,344)	(206,400)	(198,094)	(189,410)	(180,330)	(170,838)	(160,914)	(150,538)	(139,690)	(128,349)	(116,491)	(104,094)	(91,133)	(77,583)	(63,415)	(48,603)	(33,118)	(16,927)
Utilidad antes de Impuestos	1,209,252	1,216,520	1,224,119	1,232,064	1,240,370	1,249,054	1,258,133	1,267,626	1,277,550	1,287,926	1,298,773	1,310,115	1,321,972	1,334,369	1,347,330	1,360,881	1,375,048	1,389,860	1,405,346	1,421,537
Impuesto a la Renta (29.5%)	(356,729)	(358,874)	(361,115)	(363,459)	(365,909)	(368,471)	(371,149)	(373,950)	(376,877)	(379,938)	(383,138)	(386,484)	(389,982)	(393,639)	(397,462)	(401,460)	(405,639)	(410,009)	(414,577)	(419,353)
Utilidad Neta	852,523	857,647	863,004	868,605	874,461	880,583	886,984	893,676	900,673	907,988	915,635	923,631	931,991	940,730	949,868	959,421	969,409	979,852	990,769	1,002,183

Fuente: Elaboración propia.

7.5.3 Flujo de Caja Económico y Financiero

Tabla 19 - Flujo de caja Económico y Financiero

	AÑOS	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Inversión de Activos Tangibles		(4,881,394)																				
Inversión de Activos Intangibles	-																					
Capital de Trabajo	-	(421,359)																				
Ingreso por Ventas	+		2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520	2,207,520
Egreso por Costo de Producción	-		(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)	(333,552)
Egreso por Gastos Administrativos	-		(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)	(191,435)
Egreso por Gastos Financieros (Intereses)	-		(229,212)	(221,943)	(214,344)	(206,400)	(198,094)	(189,410)	(180,330)	(170,838)	(160,914)	(150,538)	(139,690)	(128,349)	(116,491)	(104,094)	(91,133)	(77,583)	(63,415)	(48,603)	(33,118)	(16,927)
Depreciación	-		(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)	(244,070)
Amortización de Activos Intangibles	-		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad antes de Impuestos	SUMA	(5,302,753)	1,209,252	1,216,520	1,224,119	1,232,064	1,240,370	1,249,054	1,258,133	1,267,626	1,277,550	1,287,926	1,298,773	1,310,115	1,321,972	1,334,369	1,347,330	1,360,881	1,375,048	1,389,860	1,405,346	1,421,537
Impuesto a la Renta (29.5%)	-	0	(356,729)	(358,874)	(361,115)	(363,459)	(365,909)	(368,471)	(371,149)	(373,950)	(376,877)	(379,938)	(383,138)	(386,484)	(389,982)	(393,639)	(397,462)	(401,460)	(405,639)	(410,009)	(414,577)	(419,353)
Utilidad después de Impuestos (NETA)	SUMA	(5,302,753)	852,523	857,647	863,004	868,605	874,461	880,583	886,984	893,676	900,673	907,988	915,635	923,631	931,991	940,730	949,868	959,421	969,409	979,852	990,769	1,002,183
Depreciación	+		244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070	244,070
Amortización de Activos Intangibles	+		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flujo de Caja Económico	SUMA	(5,302,753)	1,096,593	1,101,717	1,107,074	1,112,675	1,118,531	1,124,653	1,131,054	1,137,746	1,144,742	1,152,057	1,159,705	1,167,701	1,176,060	1,184,800	1,193,938	1,203,491	1,213,479	1,223,921	1,234,839	1,246,253
Préstamo	+	5,037,616	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egreso por Amortización de Préstamo	-		(159,741)	(167,009)	(174,608)	(182,552)	(190,859)	(199,543)	(208,622)	(218,114)	(228,038)	(238,414)	(249,262)	(260,603)	(272,461)	(284,858)	(297,819)	(311,369)	(325,537)	(340,349)	(355,835)	(372,025)
Flujo de Caja Financiero	SUMA	(265,138)	936,852	934,708	932,466	930,122	927,672	925,110	922,432	919,632	916,704	913,643	910,443	907,097	903,599	899,942	896,119	892,121	887,942	883,573	879,004	874,226

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO 8. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

8.1 Evaluación Económica Financiera

8.1.1 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tabla 20 - TIR y VAN

TIR E	20.69%
TIR F	353.11%
VNAE	7,282,087.50
VNAF	1,071,096.27

Fuente: Elaboración propia.

8.3 Análisis de escenarios

Tabla 21 - Análisis de escenarios

	Escenarios		
	Situación estudiada	Caída de precios equipos de planta (20%)	Aumento Costo de equipos de planta (20%)
	Base	Optimista	Pesimista
PROBABILIDAD OCURRENCIA	60%	25%	15%
EGRESOS			
Equipos de Planta	4771303.88	3817042	5725563
Alquiler de Terreno	4688	4688	4688
VAN	7578076.98	8512761.4	6416914.98
TIR	19%	24%	0.15787947

Fuente: Elaboración propia.



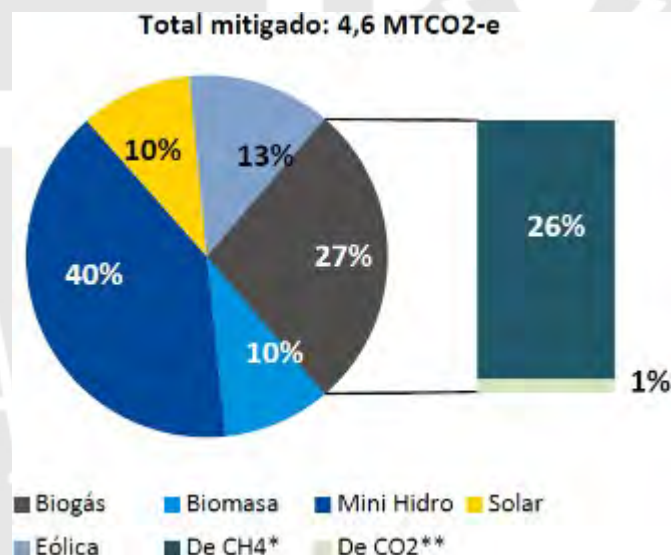
8.4 Evaluación Ambiental

8.4.1 Análisis de Aspectos Ambientales

Hoy en día la tecnología de paneles solares fotovoltaicos representa un ahorro considerable para la contaminación por emisión de gases y puntualmente del Dióxido de carbono CO₂ emanados por los sistemas de generación eléctrica por combustión fósil, es decir por uso del gas, gasolina, petróleo, etc.

En el siguiente gráfico se cuenta con los porcentajes de mitigación del CO₂ por tecnología empleada para la generación de energía eléctrica.

Gráfico 46 - Mitigación acumulada de las emisiones de CO₂-e según tecnología RER, 2008-2015



Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016.

Existen otros factores que normalmente se considerarían en proyectos de impacto directo, pero en este proyecto no serán considerados por no tener influencia directa, de igual forma los nombraremos como parte de información general:

- Modificación de Paisaje
- Pérdida de vegetación
- Generación de desechos
- Pérdida de fauna
- Generación de aguas residuales
- Generación de gases de combustión

- Generación de Material Particulado
- Generación de Ruido
- Aumento de tráfico

8.4.2 Cuantificación de los Impactos Ambientales

Existe una cuantificación del precio del carbono fijado por Nicholas Stern (2006) que ayudan a reflejar los verdaderos costos de combustible fósil y los beneficios de una energía limpia de CO₂. Se ha valorizado también la mitigación de CO₂ de los proyectos RER considerando el costo social del carbono en \$85 dólares por TCO₂. Este valor incorpora los riesgos y las emisiones de una (01) tonelada de carbono sobre las personas (salud humana), el clima y el mercado (diversos sectores económicos).

Siendo así se ha cuantificado las emisiones de CO₂ en el periodo de tiempo desde año 2008 hasta el 2015, desde los cuales podemos decir que las mitigaciones de CO₂ en ese periodo han simbolizado un ahorro de \$499 Millones de dólares. (ver Gráfico adjunto).

Gráfico 47 - Valorización de las emisiones CO₂-e por los proyectos RER a valores 2015



Fuente: “Industria de la Electricidad en el Perú”, OSINERGMIN 2016.

8.5 Evaluación Social

8.5.1 Identificación de las zonas y comunidades de influencia

La localización de la planta designa un sector alejado de cualquier ciudad o centro poblado por la naturaleza de negocio y el tipo de infraestructura a utilizar (terrenos áridos).

Los impactos sociales originados por la implementación de un proyecto como el de la planta solar son:

La generación de empleo: dando oportunidad a profesionales locales y mano de obra de mantenimiento local.

Las universidades cercanas podrían interesarse por promover estudios de tecnologías destinadas a generación de electricidad con energía renovable y este proyecto serviría de incentivo para los estudiantes de ciudades cercanas puedan visitar dentro de un marco de convenios con la empresa y conocer de cerca una implementación moderna y de tecnología actual.

Adicionalmente, existiría un presupuesto destinado al estudio de impacto social continuo sobre los poblados más cercanos, para poder mitigar algún inconveniente de cualquier índole social o particular y/o centralizar esfuerzos para apoyar a algún proyecto de mejora social del lugar (carreteras, pistas, veredas, etc.).

CONCLUSIONES

Este estudio de prefactibilidad busca mostrar con certeza, la viabilidad de un proyecto que es parte de un sector que viene creciendo y que es respaldado no solo por el Estado Peruano, sino también por una tendencia mundial, con prioridad en la conservación del planeta y el mejor aprovechamiento de sus recursos renovables, en tal sentido, podemos mencionar:

- Las políticas de estado buscan cambiar la matriz energética del país, en el mediano y largo plazo, haciendo que sean los principales impulsores de las inversiones relacionadas a energías renovables.
- El proyecto contempla una inversión aproximada de 5M USD, y nuestros cálculos arrojan Un TIRF=353.11%, convirtiendo esto un considerable atractivo para el inversionista, a pesar de que, para nuestro caso, solo estamos considerando un valor del 5% como inversión.
- En termino económicos nuestros cálculos arrojan una TIR=20.69%, mostrando un rendimiento de superior al 14%, comparado con el Wacc de 6.54%.
- Los marcos regulatorios existentes, siguen mejorando y favoreciendo el uso de las energías renovables, así como buscando la eficiencia de las subastas, único medio por ahora probado para regir la competencia entre los principales inversionistas.

RECOMENDACIONES

- El avance en las tecnologías fotovoltaicas permite aún, buscar mejorar la eficiencia de la planta, así como la reducción en los gastos, haciendo posible mejorar los precios por MWh.
- Este año el estado peruano debe licitar la 5ta Subasta, así como definir si avanza o mantiene el 5% de la producción de energía, en energía renovable, aumentando el potencial de atractivo para las inversiones en este sector.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Utility-Scale Solar Photovoltaic Power Plants, A Project Developer's Guide**
International Finance Corporation 2015
Ifc.org
- **La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país**
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Osinergmin 2016

- **La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático**
Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, Osinergmin 2017
- **Estadística de operación 2016**
Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional
COES SINAC
- **"ESTUDIO DE LA MÁXIMA CAPACIDAD DE GENERACIÓN NO CONVENCIONAL (EÓLICA Y SOLAR FOTOVOLTAICA) A SER INSTALADA EN EL SEIN (CMGNC)**
Electrical Studies Consultant - 2015
COES SINAC
- **Renewable Power Generation Costs in 2017**
International Renewable Energy Agency
IRENA
- **Photovoltaic plants – Technical Application Paper**
ABB 2010
- **World Energy Outlook 2017**
International Energy Agency
- **Operation and Maintenance Methods in Solar Power Plants**
Mustapha Hatti
- **Plan de negocios para la generación de energía renovable –Tecnología solar**
Chumbes Alarcón, Medalit; Cieza Paredes, Manuel; Chávez Vargas, Luis;
Palacios Perez, Gisella
Universidad Peruana de Ciencias aplicadas (UPC)
- **Estudio de la máxima capacidad de generación no convencional (Eólica y solar fotovoltaica) a ser instalada en el SEIN (CMGNC)**
COES – SINAC
- **Decreto Legislativo N° 1002.** (Mayo de 2008).
Promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de fuentes de energía renovable.
Perú: Diario Oficial El Peruano.
- **Decreto Legislativo N° 1058.** (Junio de 2008).
Inversión en la actividad de generación con recursos hídricos y con otros recursos renovables.
Diario Oficial El Peruano
- **Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos.** (1997).
Ministerio de Energía y Minas.

Página Web

- Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería – OSINERGMIN.
<http://www.osinergmin.gob.pe/>
- Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional – COES SINAC
<http://www.coes.org.pe/Portal/home/>
- Ministerio de Energía y Minas – MINEM.
<http://www.minem.gob.pe/>
- International Energy Agency – iea.
<http://www.iea.org/>
- Renewable Energy Policy Network for the 21st Century – REN21.
<http://www.ren21.net/>
- National Renewable Energy Laboratory – NREL.
<https://www.nrel.gov/>
- International Renewable Energy Agency.
<http://www.irena.org/>
- Solar Power Europe.
<http://www.solarpowereurope.org/home/>